

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

L'ODYSSÉE DES MÉDIAS-SON : FONDEMENTS THÉORIQUES ET PRATIQUES DE
L'APPROCHE AMBIOPHONE DE L'ENVIRONNEMENT SONORE ET DE LA
SCÈNE AUDITIVE À VALIDITÉ ÉCOLOGIQUE

THÈSE
PRÉSENTÉE
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DOCTORAT EN ÉTUDES ET PRATIQUES DES ARTS

PAR
CLAIRE PICHÉ

OCTOBRE 2007

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Nicole Beaudry pour avoir accepté de diriger ma thèse-création. Je lui dois de m'être épanouie dans la rigueur intellectuelle grâce à ses qualités personnelles et professionnelles lesquelles ont grandement été appréciées tout au long de mon parcours doctoral.

Je remercie également Andra McCartney d'en avoir accepté la codirection. Il revient à Andra d'avoir cristallisé mon intérêt pour l'écologie sonore et de m'avoir donné de la visibilité en m'impliquant maintes fois dans les projets reliés au *In and Out of the Sound Studio*, via lesquels, de surcroît, j'ai eu l'occasion de renouer d'amitié avec Marcelle Deschênes, ma professeure de composition électroacoustique.

Je ressens un attachement indéfectible pour Louise Poissant et tiens à lui manifester ma reconnaissance dans toute son ampleur pour avoir accepté la présidence de mon jury. Mes remerciements s'adressent également à Stephen McAdams et à Luc Faucher lesquels je suis honorée d'avoir sur mon comité d'évaluation.

Je me sens redevable envers Hélène Paul et Jean-Paul Despins du Département de musique, Céline Poisson de l'  cole de design et Serge Ouaknine de l'  cole supérieure de théâtre. Votre oreille attentive, vos conseils et les gestes posés m'ont été très précieux.    la mémoire d'Anna Careau, la sollicitude de Serge subsistera.

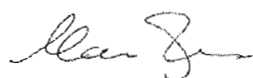
Pour la préparation de ma thèse-création, j'ai reçu des bourses du Centre interuniversitaire des arts médiatiques (CIAM), de l'Institut de recherche/création en arts et technologies médiatiques (Hexagram), et du Fonds pour la Formation de chercheurs et l'aide    la recherche (FCAR). Je souhaite remercier ces organismes pour leur soutien financier.

Je remercie également mon fils Maxime Piché pour son assistance à la réalisation de mes travaux de recherche-création ainsi que pour son soutien technique et informatique à toute épreuve. La perspicacité de Maxime, oracle de l'Odyssee, a été essentielle à l'achèvement de ce périple doctoral. De mon entourage, je tiens à souligner mon appréciation pour les bons offices de ma sœur Lise et de mes amies Johanne Baillargeon, Diane Lebel et Susan C. Bell. Merci également à mon ami Michel Brunelle pour sa contribution à la révision linguistique de ce travail ainsi qu'à ma collègue Dena Davida pour son accueil à Tangente.

Pour terminer, j'aimerais exprimer ma reconnaissance envers Hosanne Bernard, Éric Bertrand, Robert Casavant, Dalia Chauveau, Jean Cédras et Louise Morin, Alain De Filippis, Jean-Pierre Demers, Hélène Doyon, Anne et Claire Dufresne, José Dupuis, André Fournelle, Germaine Greiveldinger, Isabelle Gusse, Jannine Jacques, Kathy Kennedy, Louis et Maric Lacoste, Yvonne Laffamme, Martin et Natalic Lamarche, Roger Lambert, Chantal Lamirande, Julie Lapalme, Yves Lessard, Marie-Christiane Mathieu, Michael Maxwell, Micheline Ostoj, Fernande Ouellet, Gilles Piché, Frédéric Poidevin, Véronique Poulin, Sylvie Roberge, Marie Rock, Élodie St-Onge et Luciano Vinhos pour leur participation à mes travaux de recherche-création et les services rendus.

Ma reconnaissance s'adresse également à mesdames Krystiane Hamel, spécialiste en orientation et mobilité, et Louise Grégoire, chef du programme Développement petite enfance et intégration scolaire à l'Institut Nazareth et Louis-Braille, ainsi qu'à madame Rachel Leclair, directrice de l'école Jacques-Ouellette, Centre suprarégional en déficience visuelle, et aux intervenantes Marielle Lamarche, Louise Bonneau, Louise Comtois et Maric-Josée Fontaine, pour les fructueux échanges que nous avons eus au cours des trois dernières années.

Je dédie ma thèse-création à Thérèse Lamontagne, celle qui a contribué plus que tout à l'atteinte de mes objectifs professionnels et à mon épanouissement personnel. Entrons ensemble dans le cercle des sociétés savantes, ma très chère mère.



Claire Piché

www.ambiophonie.ca

Juin 2008.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	ix
LISTE DES TABLEAUX	xii
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES	xiii
LISTE DES DOCUMENTS AUDIO et AUDIOVISUELS	xiv
RÉSUMÉ	xv
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I	
CRÉATION ET RÉALISATIONS ARTISTIQUES INTERDISCIPLINES	9
1.1 Point de vue disciplinaire sur l’ambiophonie, l’art du spectacle vivant, l’art des sons fixes et le paysage sonore	11
1.1.1 Précision lexicale sur le mot <i>ambiophonie</i>	11
1.1.2 Éléments de la mise en scène du son au théâtre, ou l’art du spectacle vivant	12
1.1.3 Éléments de la musique concrète, ou l’art des sons fixes	14
1.1.4 La notion de « paysage sonore » et d’« écologique acoustique »	15
1.2 Blanche-Neige : Notes de programme, problématique de recherche-crédation et méthode de composition	16
1.2.1 Notes de programme	16
1.2.2 Problématique de recherche-crédation	17
1.2.3 Méthode de composition	18
1.3 <i>Sens</i> (...) : Notes de programme, problématique de recherche-crédation et méthode de composition	25
1.3.1 Notes de programme	25
1.3.2 Problématique de recherche-crédation et méthode de composition	26
1.4 Spin 2-0-0-3 : Notes de programme et problématiques de recherche-crédation	29
1.4.1 Notes de programme	29
1.4.2 Problématique concernant la disparité des temps et lieux d’enregistrement	29
1.4.3 Problématique concernant l’organisation spatiale des scènes auditives	31
1.5 Ambiophonie urbaine : émergence de la composition ambiophone	35
1.5.1 Contexte de présentation	35

1.5.2	Traits caractéristiques de la composition ambiophone	37
1.5.3	Processus de création	38
1.5.4	L'écoute acousmatique	42
1.6	Représentation spéciale pour un groupe de personnes ayant une déficience visuelle	44
1.7	Prémices de l'écologie acoustique	46

CHAPITRE II

FONDEMENTS THÉORIQUES DE L'APPROCHE AMBIOPHONE		49
2.1	La définition du son	49
2.2	Entrée en matière de la définition dualiste du son	50
2.3	Dimensions de la musique et émergence des préoccupations liées à l'espace	51
2.3.1	Nombres et harmonie	51
2.3.2	La nature et le mouvement	53
2.4	Les théories sur le son	57
2.4.1	La théorie classique sur la nature du son	57
2.4.2	La théorie événementielle sur la nature du son	58
2.4.3	Argumentaire sur les théories classique et événementielle	59
2.4.4	La théorie ambiophone	61

CHAPITRE III

PHYSIQUE DU SON, MÉDIAS-SON ET SYSTÈME AUDITIF		74
3.0.5	Les premiers écrits scientifiques sur le son étudié dans l'environnement	74
3.1	Introduction à la physique du son	75
3.1.1	L'onde sinusoïdale	76
3.1.2	Les sons complexes périodiques	79
3.1.3	Les sons complexes apériodiques	81
3.2	Le facteur temps	82
3.2.1	La notion de phase	83
3.2.2	La notion de délai	83
3.3	La catégorie des médias-son	84
3.4	L'oreille humaine à l'écoute de l'environnement	86
3.4.1	Introduction	86
3.4.2	L'oreille externe	87
3.4.3	L'oreille moyenne	92
3.4.4	L'oreille interne	96
3.4.5	Conclusion	98

CHAPITRE IV

PERMANENCE VARIATION : PREMIÈRE ACTIVITÉ DE RECHERCHE-CRÉATION
ORIENTÉE VERS LES CONNAISSANCES AUDITIVES 994.1 Introduction à l'activité *Permanence Variation* 99

4.1.1 Méthodologie de l'expérimentation 100

4.2 Conditions de l'expérimentation 102

4.3 Questions de recherche et méthode d'analyse 102

4.4 Préambule aux six scènes-paysages 104

4.4.1 La « Playa Matapalo » et la « Rivière Windigo » 104

4.4.2 Les « Tam-tam du Mont-Royal » et le « Casino de San José » 112

4.4.3 La « Forêt tropicale » et « Atmosphère » 116

4.5 Critères à partir desquels juger de la validité écologique des scènes auditives . 120

4.6 Conclusion 121

CHAPITRE V

LE PROBLÈME DES MIXTURES SONORES ET DE LA VALIDITÉ ÉCOLOGIQUE 123

5.1 La scène auditive bregmanienne 123

5.1.1 Côté « son » 126

5.1.2 Côté « auditeur » 127

5.2 La cognition auditive 131

5.3 État de la recherche intégrant des sons de l'environnement au corpus. 133

5.4 La validité écologique des recherches expérimentales 136

CHAPITRE VI

CHALET DE LA MONTAGNE : DEUXIÈME ACTIVITÉ DE RECHERCHE-CRÉATION
ORIENTÉE VERS LES CONNAISSANCES AUDITIVES 1406.1 La psychoacoustique : étude préparatoire à la création de l'activité *Chalet de
la montagne* 141

6.2 La localisation auditive 144

6.2.1 La localisation de l'azimut du son dans le plan horizontal 146

6.2.2 La localisation auditive dans le plan vertical médian 150

6.2.3 L'évaluation de la distance 152

6.3 La localisation extra et intra crâniennes 157

6.4 Le Chalet de la montagne 161

6.4.1 Description du lieu 162

6.4.2 Instrumentation 163

6.4.3 Stratégies de captation sonore et visuelle 164

6.4.4 Participation 164

6.5	Questions de recherche	165
6.5.1	Objectifs motivant les questions et compte rendu des réponses	165
6.5.2	Discussion et interprétation des résultats	168
6.6	Conclusion	171
CHAPITRE VII		
	TOUR D'HORIZON ET PERSPECTIVES D'AVENIR	172
7.1	Création et réalisations artistiques	172
7.2	Fondements théoriques de l'approche ambiophone	173
7.3	La physique du son, les médias-son et le système auditif	175
7.4	Permanence Variation	177
7.5	Le problème des mixtures sonores	178
7.6	Chalet de la montagne	180
7.7	Perspectives d'avenir	181
APPENDICE A		
	QUESTIONNAIRE DE L'ACTIVITÉ <i>CHALET DE LA MONTAGNE</i>	184
APPENDICE B		
	SYNTHÈSE DES RÉPONSES : <i>CHALET DE LA MONTAGNE</i>	185
APPENDICE C		
	TEXTE DU CONTE : <i>CHALET DE LA MONTAGNE</i>	187
APPENDICE D		
	RÉPONSES REGROUPÉES SELON LA SCÈNE-PAYSAGE	
	<i>PERMANENCE VARIATION</i>	189
D.1	Playa Matapalo CD-10	190
D.2	Rivière Windigo CD-11	190
D.3	Les Tam-tam du Mont-Royal CD-12	191
D.4	Au Casino de San José CD-13	192
D.5	La Forêt tropicale CD-14	192
D.6	Atmosphère CD-15	193
APPENDICE E		
	RÉPONSES REGROUPÉES SELON LA THÉMATIQUE	194
	BIBLIOGRAPHIE	201
	RÉFÉRENCES WEB	216

LISTE DES FIGURES

1.1	Création d'effets sonores à l'arrière-scène d'un théâtre à ciel ouvert. (Frezza, 1982).	13
1.2	Méthode d'enregistrement pour la scène de jour et la scène de soir. . . .	19
1.3	Partition de l'ambiophonie composée pour Blanche-Neige.	21
1.4	Disposition des microphones lors de l'enregistrement des scènes de train.	22
1.5	Croquis préparatoire aux captations microphoniques des trains à la gare d'Ahuntsic.	23
1.6	Enregistrement des respirations dans la salle anéchoïque du Département de musique de l'Université du Québec à Montréal. À gauche : Chantal Lamirande ; à droite : Claire Piché.	27
1.7	Disposition microphonique pour l'enregistrement de la séquence musicale de <i>Spin 2-0-0-3</i> . Département de musique de l'Université du Québec à Montréal, 2003.	33
1.8	Position du trio lors de l'enregistrement de <i>Spin 2-0-0-3</i> : à gauche, Michael Maxwell, clarinettiste ; au centre, Véronique Poulin, violoncelliste ; à droite, Anne Dufresne, hautboïste. Département de musique de l'Université du Québec à Montréal, 2003.	34
1.9	La stéréophonie verticale désignée pour l'ambiophonie de <i>Spin 2-0-0-3</i>	36
1.10	Disposition du système hexaphonique pour la projection d'Ambiophonie urbaine.	39
1.11	Enregistrement de la station 1 de la rivière Windigo. Photographie reproduite avec la permission de © Maxime Piché.	40
2.1	Gravure du XV ^e siècle illustrant les recherches pythagoriciennes explorant l'harmonie. (F. Gaffurio, 1492, <i>Theorica musica</i> , Milan). Cette image est reproduite avec la permission du © Management Center of Indiana University.	52
2.2	Figure ramenant les éléments du monde à ceux d'un instrument de musique monocorde. (Robert Fludd, 1617, <i>Tractatus I. LIB. III</i>). Cette image est reproduite avec la permission du © History of Science Collections of the University of Oklahoma Libraries.	54

2.3	Pastiche du schéma de R. Casati et J. Dokic présenté dans <i>La philosophie du son</i> . (Casati et Dokic, 1994, p.53).	59
2.4	Sonagramme du nom « Claire », du mot « clerc » et de l'adjectif « clair ».	61
2.5	Complémentarité des théories classique et événementielle.	62
2.6	Schéma de la théorie ambiophone.	64
2.7	Éléments qui entrent en cause dans la production d'un événement sonore.	65
2.8	L'espace externe.	66
3.1	A. Son pur ; B. Son complexe périodique ; C. Bruit blanc, ou son complexe aperiodique.	76
3.2	<i>Le son : notion d'acoustique physique et musicale</i> . (Guillemin, 1878, Paris : Hachette).	81
3.3	Différence interauriculaire de phase et de délai.	82
3.4	Un topophone pour l'écoute du lointain. (Fortier, 1992, p.58).	88
3.5	Topophone intégré à l'architecture du bâtiment et destiné à l'écoute de l'entour. Image reproduite avec la permission de © The University of Reading.	89
3.6	L'écoute du bruit de larves s'attaquant à la pulpe du pamplemousse. (Fortier, 1992, p.92).	91
3.7	Le schéma du système auditif.	93
4.1	Contexte environnemental lors de l'enregistrement de la Playa Matapalo. Photographie reproduite avec la permission de © Lise Piché.	105
4.2	Contexte environnemental lors de l'enregistrement de la station 4 de la rivière Windigo.	107
4.3	Prise de notes sur les temps et les trajectoires empruntées pour la prise de son des Tam-tam du Mont-Royal. Photographie reproduite avec la permission de © Diane Lebel.	113
4.4	Le Casino de San José.	113
4.5	Orée de la forêt tropicale à Matapalo.	117
4.6	Scène visuelle extraite de la tragédie futuriste <i>Ter Disci</i> avec Natalie Lamarche en voltige.	118

5.1	Décomposition hiérarchique des mixtures sonores d'après le modèle proposé par Cusack et Carlyon. La structure du modèle est reproduite telle que publiée dans <i>Ecological Psychoacoustics</i> , vol. 1, Rhodri Cusack et Robert P. Carlyon, "Auditory Perceptual Organization Inside And Outside The Laboratory", p.32, 2004, et les mots ont été traduits de l'anglais au français par Claire Piché avec la permission de © Elsevier.	128
5.2	Traduction visuelle du pastiche audio de la démonstration 29 de Bregman.	130
5.3	Ordonnancement des 5 sens d'après le modèle épical.	138
6.1	Le tracé des courbes d'isophonie d'après Fletcher et Munson, 1933.	142
6.2	Tête artificielle KU100 de Neumann. Image reproduite avec la permission de © Sennheiser France.	146
6.3	Disposition stéréophonique classique.	147
6.4	Illusion auditive obtenue lorsqu'un même son est projeté par deux haut-parleurs.	148
6.5	Pastiche de la disposition du système de haut-parleurs dans l'expérience de Roffler et Butler.	151
6.6	Chambre anéchoïque du Département de musique de l'Université du Québec à Montréal.	159
6.7	Perception intersensorielle unifiée/dichotomisée.	160
6.8	La salle de réception du Chalet de la montagne.	163
7.1	<i>La scène auditive</i> - Claire Piché © <i>ambiophonie 2004</i> . Promenade Malecône, Puerto Vallarta.	183

LISTE DES TABLEAUX

3.1	Tableau de correspondances terminologiques.	78
3.2	Nombre de décibels générés par des activités de la vie quotidienne.	78
3.3	Niveaux sonores tolérables en fonction de la durée d'exposition. (Ciattoni, 1997, p.42).	94
E.1	Playa Matapalo CD-10	195
E.2	La Rivière Windigo CD-11	196
E.3	Les Tam-tam du Mont-Royal CD-12	197
E.4	Au Casino de San José CD-13	198
E.5	Forêt tropicale CD-14	199
E.6	Atmosphère CD-15	200

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

ACÉS	Association canadienne pour l'écologie sonore
ACFAS	Association canadienne pour le savoir
ADAT	Alesis Digital Audio 8 Track Taperecorder
AKG	Akustiche und Kino-Geräte (équipement pour l'acoustique et le film)
AE	Acoustic Ecology
ASA	Analyse des scènes auditives
ASR	Attack, Sustain, Release
AT	Audio Technica
CÉC	Communauté électroacoustique canadienne
C.É.S.N.A	Centre d'étude du spectre naturel et anthropologique
CD	Disque compact
CPE	Centre de la petite enfance
CI	Cochlear Implant
CIAM	Centre interuniversitaire des arts médiatiques
CISIC	Centre d'information sur la surdité et l'implant cochléaire
DAT	Digital Audio Taperecorder
dB	Décibel
fMRI	Functional Magnetic neuroimaging
GPS	Global Positioning System
Hz	Hertz
ICAD	International Conference on Auditory Display
INLB	Institut Nazareth et Louis-Braille
IRCAM	Institut de recherche et de coordination acoustique/musique
kHz	kilohertz
MAA	Minimum Audible Angle
O.R.T.F	Office de radiodiffusion de la télévision française
OMS	Organisation mondiale de la santé
RNID	The Royal National Institute for Deaf People
SAVÉ	Scène auditive à validité écologique
VSMM	Virtual Systems and MultiMedia

LISTE DES DOCUMENTS AUDIO ET AUDIOVISUELS

DVD-01	Ambiophonie pour œuvre mixte de Blanche-Neige	15 min 45 s	p. 20
DVD-02	<i>Sens (...)</i>	03 min 10 s	p. 29
CD-01	Respirations	01 min 00 s	p. 27
CD-02	<i>Sens (...)</i> musical	02 min 02 s	p. 29
CD-03	Battements de cœur	02 min 11 s	p. 29
CD-04	Ambiophonie de Spin 2-0-0-3	18 min 45 s	p. 30
CD-05	Ambiophonie urbaine	13 min 35 s	p. 39
CD-06	Son pur ; son complexe périodique ; bruit blanc	00 min 20 s	p. 76
CD-07	Délais de 33, 67 et 100 ms entre la projection par l'un et l'autre des haut-parleurs	01 min 01 s	p. 150
CD-08	Captations microphoniques de la rivière Windigo à 0,5 m - 5 m - 0,5 m	01 min 00 s	p. 127
CD-09	Pastiche de la démonstration numéro 29 de Bregman	00 min 22 s	p. 131
CD-10	Playa Matapalo	02 min 10 s	p. 106
CD-11	Rivière Windigo	02 min 03 s	p. 106
CD-12	Les Tam-tam du Mont-Royal	02 min 06 s	p. 113
CD-13	Au Casino de San José	02 min 03 s	p. 113
CD-14	La Forêt tropicale	02 min 14 s	p. 118
CD-15	Atmosphère	02 min 13 s	p. 118
CD-16	Sons purs de 100 Hz, 3 kHz et 10 kHz	00 min 19 s	p. 143
CD-17	Déplacement horizontal apparent de l'azimut d'un son pur de 440 Hz	00 min 24 s	p. 146
CD-18	Les 6 plans sonores du Chalet de la montagne	02 min 35 s	p. 165
CD-19	Soirée près du feu	01 min 30 s	p. 175
CD-20	À la gare d'Ahuntsic	01 min 30 s	p. 175
CD-21	Han sous la pluie	01 min 30 s	p. 175
CD-22	The Effect of Hearing Loss	01 min 35 s	p. 177

Durée totale : 63 min 56 s

RÉSUMÉ

L'Odyssée des médias-son est une invitation à l'exercice interdisciplinaire et constitue un outil pédagogique dynamique pour l'application de concepts techniques et pratiques qui trouvent résonance dans la vie de tous les jours. Cette thèse-création a été motivée par le besoin d'élargir le champ de la créativité et de la communication par la mise en œuvre d'un mode d'expression sonore développé au croisement de diverses pratiques artistiques. Pour ce faire, j'ai développé une approche personnelle de l'environnement sonore selon un modèle épicentral que j'ai étayé d'un cadre théorique. J'ai aussi déterminé les critères à respecter dans l'enregistrement et la reproduction de sons destinés à acquérir ou à transmettre des connaissances sur l'environnement dans lequel nous vivons. Enfin, j'ai exploité le potentiel des technologies électroacoustiques et multimédiatiques pour le design Web d'activités de recherche par l'entremise desquelles un sujet est appelé à faire valoir ses connaissances sur ce qui lui est donné à entendre. L'hypothèse centrale de ma thèse-création s'appuyant sur l'existence d'une convergence coopérative qui s'établit progressivement entre les pratiques artistiques et la recherche scientifique, l'intérêt de cette thèse-création n'a pas été de réaliser des œuvres spectaculaires mais d'orienter la création sonore vers des expérimentations illustrant diverses questions posées par les problématiques abordées. C'est dans cette visée que j'ai posé les conditions d'une manière de faire et de penser le son qui satisfasse aux exigences du projet ambiophone.

Mots-clés : environnement sonore - ambiophonie - écologie - média-son - théorie ambiophone - modèle épicentral - audition cognitive - scène auditive - validité écologique - espace du son.

INTRODUCTION

L'Odyssée des médias-son

L'*Odyssée des médias-son* est une invitation à l'exercice interdisciplinaire et constitue un outil pédagogique dynamique pour l'application de concepts techniques et pratiques qui trouvent résonance dans la vie de tous les jours. Cette thèse-crédation a été motivée par le besoin d'élargir le champ de la créativité et de la communication par la mise en œuvre d'un mode d'expression sonore développé au croisement de diverses pratiques artistiques. Pour ce faire, j'ai développé une approche personnelle de l'environnement sonore selon un modèle épical que j'ai étayé d'un cadre théorique. J'ai aussi déterminé les critères à respecter dans l'enregistrement et la reproduction de sons destinés à acquérir et à transmettre des connaissances sur l'environnement dans lequel nous vivons. Enfin, j'ai exploité le potentiel des technologies électroacoustiques et multimédias pour le design Web d'activités de recherche par l'entremise desquelles un sujet est appelé à faire valoir ses connaissances sur ce qui lui est donné à entendre. L'hypothèse centrale de ma thèse-crédation s'appuyant sur l'existence d'une convergence coopérative qui s'établit progressivement entre les pratiques artistiques et la recherche scientifique, l'intérêt de ma thèse-crédation n'a pas été de réaliser des œuvres spectaculaires mais d'orienter la création sonore vers des expérimentations illustrant diverses questions posées par les problématiques abordées. C'est dans cette visée que j'ai posé les conditions théoriques et pratiques d'une manière de faire et de penser le son qui donne assise au projet ambiophone dont l'ambition postdoctorale est de proposer des solutions aux contraintes qui ralentissent le développement d'habiletés sociocognitives chez les jeunes aveugles et malvoyant en favorisant une meilleure compréhension de l'environnement sonore dans lequel nous vivons. Aussi, les travaux constitutifs de l'*Odyssée des médias-son* ont conduit à poser les principes fondamentaux suivants :

1. Le premier principe reconnaît l'auditeur comme épical d'un environnement sonore donné et comme communicateur légitime de l'expérience vécue.
2. Le deuxième principe admet un ensemble de trois axiomes à la base des fondements théoriques et pratiques sur lesquels prend assise le projet ambiophone. À chacun des

axiomes correspond un terme central au projet. Il s'agit de la « scène auditive¹ », de l'« approche ambiophone » et des « médias-son ».

3. Le troisième principe stipule que les médias-son utilisés pour la composition d'œuvres ambiophones, pour la création d'activités de recherche liées au projet ambiophone ainsi que pour la production de matériel conçu et réalisé dans le but de transmettre des connaissances sur l'environnement dans lequel nous vivons, doivent être obtenus par des enregistrements pratiqués sur le terrain et son contenu doit répondre aux critères de la norme SAVE, soit la scène auditive à validité écologique.
4. Le quatrième principe introduit un modèle d'expérimentation dont la démarche explore de nouveaux territoires de connaissances et de communication.

Les sections subséquentes de l'introduction tracent le profil par chapitre de la démarche théorico-praticienne qui a présidé au choix et à l'ordonnancement des principes énoncés ci-haut.

Chapitre un : Création et réalisations artistiques

Mon art d'origine est la musique concrète, ou l'art des sons fixés (Poissant, 1997 ; Chion, 1994), et l'axe de recherche-crédation dans lequel je suis inscrite est l'interdisciplinarité. Le premier chapitre présente d'abord les travaux de recherche-crédation à travers lesquels j'ai réussi à mettre au point un mode d'expression sonore ayant ses caractéristiques propres, la composition « ambiophone ». Les artistes qui ont participé à mes travaux de recherche-crédation sont issues de champs disciplinaires variés : le théâtre, la danse et les arts visuels.

La problématique liée au chapitre premier tire son origine de la jonction de l'art des sons fixés² (Chion, 1994) à l'art du spectacle vivant. La composition d'une musique concrète pose un problème d'ordre temporel dans le processus de création interdisciplinaire lorsque mes collaboratrices pratiquent un art vivant, tels le théâtre et la danse,

¹J'ai dégagé l'expression « scène auditive » de l'anglais « Auditory Scene Analysis » dont la paternité revient à Albert S. Bregman, figure dominante de la recherche sur « The Perceptual Organization of Sound ». Dans la présente thèse-crédation, le choix de l'expression « scène auditive » a été motivé par le désir d'élargir le contexte d'utilisation de ce terme en exploitant son potentiel dans le domaine de la création artistique en lien avec la scène théâtrale. Au cours du premier chapitre, l'emploi de l'expression « scène auditive » prendra ancrage à travers les réalisations artistiques alors que l'analyse de la scène auditive *bregmanienne* sera discutée au chapitre cinq.

²Les sons fixés sont les sons qui servent de matériaux pour la composition de la musique concrète et sont ainsi qualifiés parce qu'ils ont fait l'objet d'un enregistrement microphonique gravé sur supports magnétique, électronique ou numérique avant d'être employé par le compositeur. « Précurseur des musiques électroacoustiques, la musique concrète n'aurait pu exister sans l'invention de l'enregistrement sonore. ». (Poissant, 1997).

parce que ces dernières s'expriment directement sur scène avec leur corps alors que je m'exprime à travers le dispositif technique du théâtre qui est placé hors-scène et avec des sons préalablement fixés dans le temps. Le premier défi à relever consiste donc à mettre au point une méthode de composition stratégique qui éliminerait la contrainte temporelle liée à l'art des sons fixes de façon à me permettre, lors de l'exécution publique, d'entrer en interaction avec les artistes sur scène, même dans des temps improvisés, et de prendre ainsi une part active au déroulement du scénario.

Des solutions ont été apportées à la contrainte temporelle liée à l'art des sons fixés lors de ma collaboration artistique avec José Dupuis et Natalie Lamarche, dans la mise en œuvre d'une performance théâtrale intitulée *Blanche-Neige* qui a fait l'objet de la conférence-démonstration *Ambiophonie pour œuvre mixte*. De cette création évolutive s'est dégagée la notion de « scène auditive » désignée comme étant un segment temporel formant une unité sémantique propre à la communication. Ma méthode de composition a par la suite été appliquée à la création interdisciplinaire *Sens* (...) qui est le résultat d'une étroite collaboration avec la chorégraphe-interprète Chantal Lamirande.

Le problème d'ordre temporel étant résolu ou, du moins, ne posant plus de défis non circonscrits, je me suis engagée dans la deuxième phase du volet Création et réalisations artistiques dont l'enjeu consistait à tirer un meilleur parti de la stratégie de composition mise au point précédemment en trouvant le moyen de superposer plusieurs couches de sons et de sens et de procéder au montage composite de scènes auditives diverses. Pour ce faire, j'ai étendu ma recherche-crédation à l'organisation spatio-séquentielle des scènes auditives dans la réalisation de l'ambiophonie de *Spin 2-0-0-3* de Claire Dufresne dont le domaine est celui des arts visuels.

Enfin, j'expose les traits caractéristiques de la composition ambiophone à travers *Ambiophonie urbaine*, quatrième et dernière œuvre au programme du volet Création et réalisations artistiques de ma thèse-crédation. De façon concomitante, j'introduis la manière de faire et le point de vue de créateurs sonores ayant soulevé diverses problématiques qui ont enrichi ma réflexion. Il est notamment question des diverses façons de qualifier les sons dont la source est un haut-parleur et c'est alors qu'est introduit le terme « média-son »³. *Ambiophonie urbaine* a été exécutée en public à l'aide d'un dispositif électroacoustique comprenant six haut-parleurs lors d'une conférence-démonstration

³ Je suggère que le mot soit du genre masculin parce que les mots « média » et « son » sont masculins, et que le mot « média » s'accorde au pluriel parce que c'est du support servant à recevoir, à conserver ou à transmettre un message ou une information dont il s'agit. Quant au mot « son », il est invariable parce que du son ça ne se compte pas, ce sont les objets auxquels il réfère qui se comptent. On peut toutefois prendre la mesure des paramètres du son, ou de l'énergie acoustique.

donnée au Festival du nouveau cinéma et des nouveaux média (FCMM) puis une présentation spéciale a été offerte à un groupe de personnes vivant avec une déficience visuelle. Cette dernière est venue dynamiser ma façon de penser la création sonore dans une esthétique de la communication. Aussi, les travaux de recherche-crédation engagés au chapitre premier ont mené à l'établissement du premier principe de l'*Odyssée des médias-son* qui reconnaît l'auditeur comme épiceutre d'un environnement sonore donné et communicateur légitime de l'expérience vécue.

Chapitre deux : Fondements théoriques de l'approche ambiophone

Depuis l'époque de l'acoustique moderne qui a connu son apogée au XIX^e siècle, le son est défini comme étant soit le phénomène physique à l'origine de la sensation auditive (Poissant, 1997 ; Truax, 1978), soit comme une sensation auditive provoquée par un phénomène physique (Petit Robert, 2004 ; Condé, 1982), soit les deux (Rey, 1998 ; Gariépy, 1991). Admettons que dans la vie quotidienne, si je suis capable d'identifier un événement sonore qui a lieu, c'est parce que j'ai connaissance de ce qui entre en cause dans sa production, comme l'exemplifie la phrase « j'entends le train entrer en gare ». Aussi, la visée de mes réflexions a été de rassembler les éléments nécessaires à l'instauration d'une approche qui tient compte à la fois des connaissances de l'auditeur, du son en tant que phénomène physique ayant lieu dans l'entourage d'un auditeur et des éléments qui entrent en cause dans la production d'un événement sonore, soit l'« approche ambiophone ». Comme point de départ, je suis remontée à l'Antiquité pour retracer l'origine de deux conceptions fondamentales de la musique qui se reflètent dans la définition dualiste du son. J'y discute ensuite de l'essentiel de la théorie classique et de la théorie événementielle sur la nature et l'espace du son. Concomitant à l'exposition de ces théories, j'introduis les trois éléments rassembleurs de la théorie ambiophone à partir d'exemples simples qui trouvent résonance dans la vie de tous les jours. Le deuxième chapitre fournit ainsi un cadre théorique à partir duquel aborder le champ de l'expérience auditive selon l'approche ambiophone et suivant le modèle épiceutral.

Chapitre trois : Physique du son, média-son et système auditif

Le chapitre trois comprend deux parties : la première se penche sur les notions élémentaires de la physique du son et met en évidence la nature particulière des médias-son ; la deuxième sert à décrire les principales composantes du système auditif et les fonctions qu'il assume au sein de l'organisme dans son rapport avec l'environnement. Le chapitre troisième rassemble donc des notions élémentaires reconnues dans les domaines de la physique du son, de l'électroacoustique et de l'acoustique physiologique. Les

exemples qu'on y trouve ramènent au contexte de l'expérience banale et quotidienne d'un auditeur et la façon dont ils sont présentés donne l'exemple de la mise en pratique de l'approche ambiophone en regard de secteurs d'activités autres que celui des arts, tout en respectant l'axe de l'interdisciplinarité.

Les notions élémentaires de la physique du son sont d'abord exposées à partir de la description des trois principaux types de sons utilisés dans les domaines de l'acoustique physiologique et de la psychoacoustique pour étudier le système auditif et le sens de l'ouïe : les sons purs, les sons complexes et le bruit. Les notions de phase et de délai, principaux facteurs temporels intervenant dans la perception auditive de l'espace sont aussi examinées, plus précisément en ce qui a trait à la localisation binaurale. Ensuite, il m'est apparu important de mettre en relief le caractère spécifique des sons produits au moyen d'appareils électroacoustiques et de mettre en évidence la distinction fondamentale entre les sons qui ont fait l'objet d'un enregistrement microphonique et les sons de synthèse. Ceci en vue de démontrer le bien fondé d'admettre que les sons dont la source est un haut-parleur forment une catégorie de son ayant ses caractéristiques propres que j'ai désignée par le terme « média-son ». Enfin, les principales composantes du système auditif sont décrites accompagnées des fonctions qu'elles assument au sein de l'organisme. De façon concomitante, je déborde du cadre anatomique pour rendre compte d'un certain nombre d'instruments inventés dans le but de prendre connaissance de ce qui se passe hors-vue et dans un rayon allant du proche au lointain : conformément à l'approche ambiophone et suivant le modèle épical.

Chapitre quatre : *Permanence Variation* : première activité de recherche-crédation orientée vers les connaissances auditives

Ce chapitre tente d'élargir le contexte d'application artistique de mes travaux de recherche en m'engageant dans la création d'une activité qui investit l'imaginaire des gens à l'écoute de scènes auditives présentées en dehors de leur contexte d'origine par l'intermédiaire d'un système de son. De plus, j'investis le lieu d'exposition artistique comme endroit potentiellement approprié pour servir à l'exploration des connaissances auditives.

Dans l'optique du projet ambiophone, l'acquisition et la transmission de connaissances sur l'environnement sonore dans lequel nous vivons nécessitent la production d'un corpus sonore destiné à cette fin. Devant la multitude d'événements sonores qui composent notre quotidien et ce secteur d'activités étant infiniment grand à couvrir, par où commencer dans le choix des scènes à enregistrer ? Le quatrième chapitre emboîte le pas

en direction de ce nouvel horizon en partant du premier principe qui reconnaît l'auditeur comme épigénétique d'un environnement sonore donné et comme communicateur légitime de l'expérience vécue. Les premiers critères à partir desquels juger de la validité écologique des scènes auditives qui ont fait l'objet d'un enregistrement tout-terrain seront dès lors établis et introduites les pratiques liées à l'étude du paysage sonore dont je me suis inspirée pour la conception et la réalisation de ma première activité de recherche-crédation intitulée *Permanence Variation*. Cette activité avait pour objectif de trouver le moyen d'obtenir de l'information sur les correspondances entre ce qui a été enregistré et l'interprétation qu'en font les personnes qui l'écoutent hors contexte, par l'intermédiaire des technologies du son. Aussi, le compte rendu de l'activité comprend trois sections, la première porte sur les contraintes environnementales liées à la prise de son tout-terrain, la deuxième décrit les conditions d'expérimentation alors que la troisième analyse les réponses des auditeurs ayant accepté de participer à cette activité. Les observations faites au cours de cette activité ont conduit à l'énonciation du troisième principe fondamental de l'*Odyssée des médias-son* stipulant que les médias-son utilisés pour la composition d'œuvres ambiophoniques, pour la création d'activités en lien avec le projet ambiophonique ainsi que pour la production de matériel conçu et réalisé dans le but de transmettre des connaissances sur l'environnement dans lequel nous vivons doivent être obtenus par des enregistrements pratiqués sur le terrain, c'est-à-dire dans le contexte environnemental où se déroule normalement la scène auditive désignée. Ces observations ont également fourni matière à l'établissement des critères à partir desquels juger de la validité écologique des scènes auditives obtenues par des enregistrements pratiqués sur le terrain.

Suite à l'analyse rétrospective de l'activité *Permanence Variation* et devant la grande diversité des réponses obtenues, j'ai été placée devant l'évidence que le dépaysement de l'auditeur est plus profond que je ne le pensais, que la rupture intersensorielle joue un rôle plus important que je ne l'avais imaginé dans l'identification d'une scène auditive présentée en dehors de son contexte originel par l'intermédiaire d'un système de son. J'en suis arrivée à la conclusion que la procédure employée pour l'expérimentation devait être modifiée afin de permettre une anticipation concluante des résultats sur l'adéquation cognitive entre la scène-paysage originelle et la scène auditive médiatisée (l'original et sa copie), et que pour y arriver, il me fallait élargir mon propre champ d'étude.

Chapitre cinq : Le problème des mixtures sonores

Au premier chapitre, le problème des mixtures sonores a été abordé d'un point de vue artistique dans une visée compositionnelle. Suite à la représentation offerte à un groupe de personnes ayant une déficience visuelle, j'ai abandonné l'attitude du compositeur qui

cherche des scènes à enregistrer pour exprimer un scénario inventé pour adopter l'attitude d'un auditeur qui doit décomposer la mixture sonore environnante pour en extraire ce qui lui est significatif. Il se trouve que le problème des mixtures sonores est au cœur de l'*Analyse des scènes auditives* dont le Dr. Bregman est le précurseur. Dans l'hypothèse qu'il existe une convergence coopérative qui s'établit progressivement entre les pratiques artistiques et la recherche scientifique, j'ai emboîté le pas en direction d'un domaine qui traite du problème de la décomposition des mixtures sonores d'un point de vue scientifique. Il sera principalement question de la scène auditive bregmanienne, de laquelle je dégagerai des points de comparaison avec la scène auditive telle qu'utilisée dans ma pratique artistique. Le chapitre cinq me permettra ainsi de cibler les intérêts et les limites de la deuxième activité de recherche-crédation de l'*Odyssée des médias-son*, intitulée *Chalet de la montagne*, et de marquer les distinctions fondamentales entre les activités de recherche de nature artistique et la recherche expérimentale de nature scientifique.

Chapitre six : *Chalet de la montagne* : deuxième activité de recherche-crédation orientée vers les connaissances auditives

Le défi du sixième chapitre consistait à concevoir et réaliser une activité de recherche dont la démarche permet d'obtenir des résultats concluants sur l'adéquation cognitive entre un environnement sonore traditionnel, tel qu'entendu sur place en temps réel, et l'interprétation qu'on en fait lorsqu'entendue en dehors de son contexte d'origine par l'intermédiaire des technologies multimédias. En raison de l'approche ambiophone, la localisation auditive est ce qui permet à l'être humain de situer certains des éléments présents dans son environnement et, dans un cadre élargi, de déterminer l'emplacement de l'un de ces éléments par rapport à l'autre. Dans la perspective du modèle épical, la composante dominante de la localisation auditive est l'indice de la distance comprise entre l'auditeur et la source sonore. Le domaine scientifique qui s'intéresse de près à la localisation auditive est celui de la psychoacoustique et de la perception auditive, domaine de recherche auquel j'ai été initiée lors de mes études universitaires en composition électroacoustique. J'ai donc mené une étude sur les recherches avérées en psychoacoustique et en perception auditive à l'issue de laquelle j'ai sélectionné des expérimentations dont l'analyse des résultats soulève des questions par rapport aux travaux constitutifs de l'*Odyssée des médias-son*. Les expérimentations à partir desquelles je construis mon argumentaire ont donc été choisies en fonction de leur pertinence en regard de ma thèse-crédation et non en fonction de leur pertinence en regard des nouvelles avancées d'un domaine de recherche qui est actuellement en pleine effervescence, celui des sciences de l'audition. Mon objectif est de m'inspirer d'une manière scientifique de procéder à

l'expérimentation de façon à ce que la méthodologie employée soit suffisamment structurée et rigoureuse pour servir de point d'ancrage à l'établissement d'un modèle d'activités de recherche de nature préscientifique qui favorise la coopération entre chercheurs de divers horizons dans l'exploitation de nouveaux territoires de connaissances et de communication.

Conclusion : Tour d'horizon et perspectives d'avenir

La conclusion retrace les moments clés de l'Odyssée des médias-son qui, de découverte en découverte et d'exploration en expérimentation, jette un regard attentif sur les perspectives d'avenir.

CHAPITRE I

CRÉATION ET RÉALISATIONS ARTISTIQUES INTERDISCIPLINES

*Ainsi, le son n'est-il rien d'autre que le mouvement de l'air lui-même :
ce mouvement porte avec lui différentes qualités de sa cause,
c'est-à-dire les qualités des corps qui le meuvent,
et voilà pourquoi il nous oppose une image sous le nom et l'apparence du son.*

Athanasius Kircher

Le premier chapitre consiste en la présentation des quatre recherches-crédation réalisées durant mon parcours doctoral à travers lesquelles j'ai réussi à mettre au point un mode de composition qui, au fur et à mesure des problèmes soulevés et résolus, s'est éloigné de l'esthétique de la musique concrète pour devenir un mode d'expression sonore ayant ses caractéristiques propres, la composition *ambiophone*. Mon art d'origine est celui de la musique concrète, j'ai ensuite complété des études de deuxième cycle en théâtre et l'axe de recherche-crédation dans lequel je suis inscrite au doctorat est l'interdisciplinarité. Aussi, la démarche artistique développée au cours de ces travaux de recherche-crédation puise ses sources à la croisée de différents champs de pratique dont la musique concrète, le théâtre, la danse et les arts visuels.

Le présent chapitre se déroule en trois phases. Le défi de la première phase consistait à mettre au point une méthode de composition stratégique qui éliminerait la contrainte temporelle liée à l'art des sons fixes de façon à me permettre, lors du spectacle, d'entrer en interaction avec les artistes sur scène, même dans des temps improvisés, et de prendre ainsi une part active au déroulement du scénario. Cet objectif sera atteint par l'exploitation de la double nature du temps théâtral, le temps scénique et le temps extra-scénique, ou le temps réel et le temps fictif. Aussi, la principale préoccupation liée à la conception et à la réalisation de l'ambiophonie de *Blanche-Neige* a été de voir aux principes structuraux de composition puis à **l'organisation spatio-temporelle** de ses éléments constitutifs. Cette première recherche-crédation intitulée *Ambiophonie pour œuvre mixte* et réalisée dans le contexte d'une performance théâtrale intitulée *Blanche-Neige* migrera ensuite vers une autre discipline artistique appartenant aux arts du spectacle vivant en collaboration avec Chantal Lamirande, chorégraphe interprète de *Sens* (...). De cette première étape du volet *Crédation et réalisations artistiques* s'est dégagée la notion de « scène

auditive », brièvement définie comme étant un segment d'enregistrement formant une unité sémantique, premier terme du deuxième principe de l'*Odyssée des médias-son*.

Dans les travaux de recherche-crédation de la deuxième phase du volet *Crédation et réalisations artistiques*, je m'attaque au problème des mixtures sonores à travers la réalisation d'une ambiophonie conçue et réalisée pour faire partie intégrante d'une installation sculpturale. Il s'agit principalement de voir à l'**organisation spatio-séquentielle** de l'ensemble des composantes sonores, à l'exploitation de la notion d'espace et à l'intégration du dispositif de projection sonore à la sculpture. Aussi, la deuxième étape se matérialise dans une collaboration artistique alliant l'art des sons fixes et les arts visuels avec *Spin 2-0-0-3* de Claire Dufresne.

Le défi de la troisième phase du volet *Crédation et réalisations artistiques* consistait à poser les jalons d'un mode d'expression sonore ayant ses caractéristiques propres, la composition ambiophone. Pour ce faire, j'ai exploité la notion de « paysage sonore » dans la composition d'une œuvre solo intitulée *Ambiophonie urbaine*. Une discussion autour des sons dont la source est un haut-parleur sera l'occasion de discuter des opinions de compositeurs, d'artistes et de chercheurs en écologie sonore dont les travaux de recherche ou la créativité s'harmonise avec la pensée ambiophone. Suivra le compte rendu de la présentation d'*Ambiophonie urbaine* à un groupe de personnes ayant une déficience visuelle.

Pour chacune des quatre œuvres explicitées dans ce chapitre seront exposées : le contexte de présentation, la problématique entourant l'émergence de la question de recherche, la méthodologie compositionnelle développée pour l'atteinte des objectifs respectifs. Ainsi, chacune des quatre recherches-crédation comprend un défi qu'il importe de relever en regard d'une problématique donnée et, dans une visée globale, le volet *Crédation et réalisations artistiques* marque une première étape dans l'atteinte des objectifs de ma thèse-crédation motivée par le besoin de poser les fondements théoriques et pratiques d'une manière de faire et de penser le son qui favorise l'émergence de pratiques nouvelles en environnement sonore et dont la démarche explore de nouveaux territoires de connaissances et de communication.

1.1 Point de vue disciplinaire sur l'ambiophonie, l'art du spectacle vivant, l'art des sons fixes et le paysage sonore

1.1.1 Précision lexicale sur le mot *ambiophonie*

Arrivé depuis les années 1970 dans la littérature, le mot *ambiophonie* a pris son essor dans les revues spécialisées vouées aux technologies audiovisuelles où il est utilisé pour exprimer l'effet d'ambiance procuré par les « nouveaux » systèmes de son. Dans le cas du cinéma maison par exemple, les systèmes ambiophoniques ont pour objectif de maximiser l'expérience visuelle par la production d'un son enveloppant. Ainsi, « vous devenez un participant au film plutôt qu'un simple spectateur ». Dans le cas d'un programme musical, l'objectif ultime des systèmes ambiophoniques est de recréer l'ambiance de la salle de concert lorsque vous êtes assis dans le meilleur siège, le « you-are-there-realism »¹. Pour ce faire, les ingénieurs en acoustique développent des méthodes d'enregistrement et de reproduction du son qui tiennent compte des recherches afférentes aux domaines connexes à l'acoustique dont celui de la psychoacoustique et de la perception auditive. Je ne suis pas ingénieure du son et ne travaille pas à la construction de systèmes ambiophoniques. C'est donc en tant qu'artiste travaillant à l'aide des technologies du son que je veillerai à développer des méthodes d'enregistrement et de reproduction du son qui sauront satisfaire mes besoins en matière d'expression sonore.

Par ailleurs, selon les dictionnaires usuels de la langue française tels Le Petit Robert, le Petit Larousse et le Grand dictionnaire terminologique de l'Office québécois de la langue française, le mot *ambiophonie* désigne respectivement une « ambiance sonore créée par augmentation artificielle de la réverbération des sons », une « ambiance sonore créée par une réverbération artificielle des sons qui reviennent vers l'auditeur », une « technique qui a pour but de créer une ambiance acoustique. ». En outre, le mot *ambiophonie* est reconnu être formé du mot *ambiance* et du suffixe *phonie* et le mot *ambiance* est un dérivé du mot *ambiant* qui au XVI^e siècle qualifiait l'air, un fluide qui « circule autour » ; l'air *ambiant*, « qui appartient au milieu » tandis que l'élément *phonie* est emprunté au grec ou formé par dérivation du radical de *phônê* « son de la voix, voix », « cri des animaux », « son » en général. (Rey, 1998, p.105).

À la lumière des définitions ci-haut rapportées, je retiens que le mot *ambiophonie* réfère à deux aspects d'un événement sonore : le son de... et l'espace entourant sa

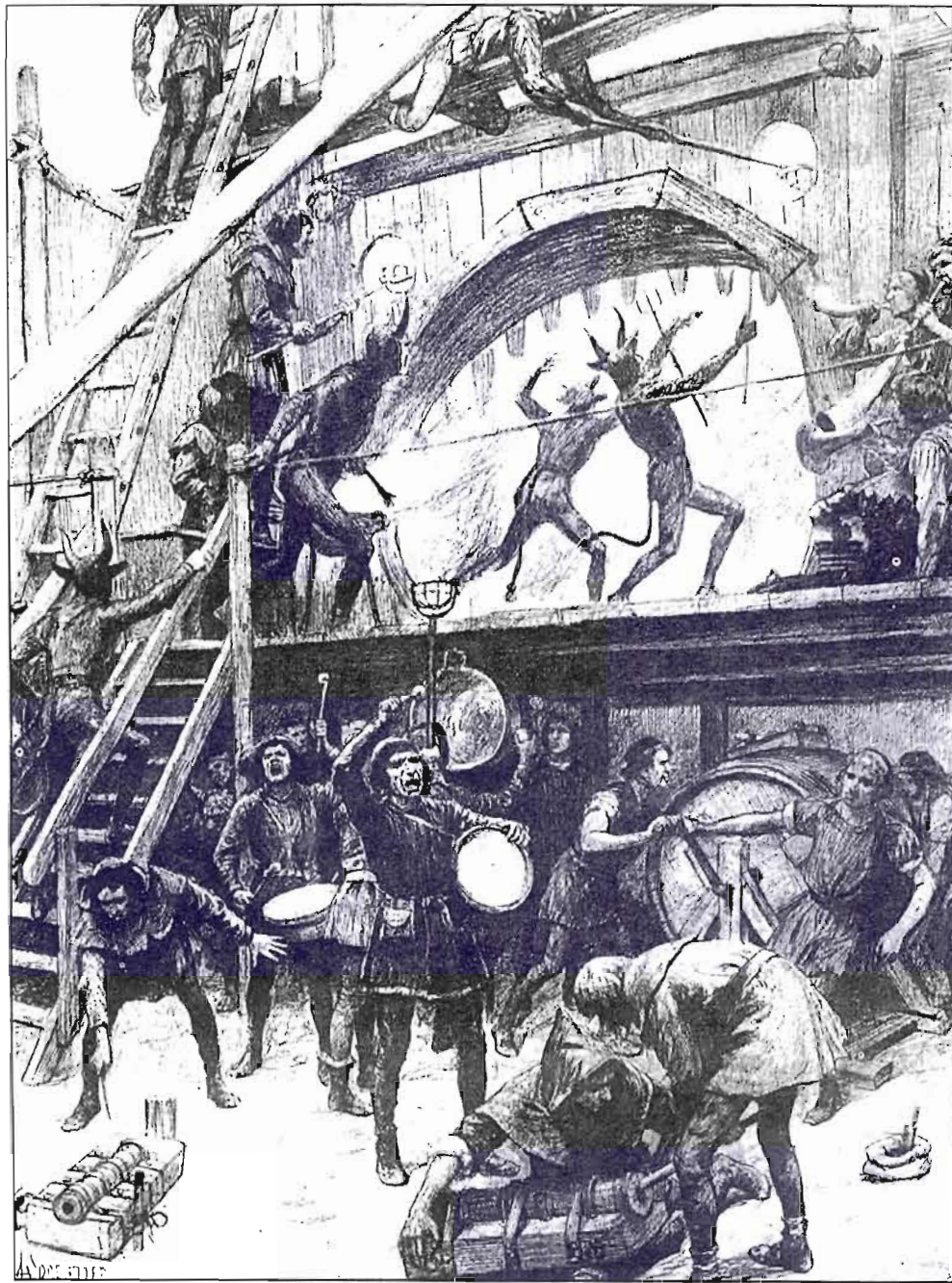
¹Ralph Glasgal, Surround ambiophonic recording and reproduction, AES 24th International Conference Multichannel Audio, Banff, 2003

production. Ma contribution d'artiste-chercheuse me permet donc d'élargir le concept d'ambiophonie comme perspective nouvelle pour l'enregistrement et la reproduction d'un événement sonore destiné à combler les besoins d'expression relatifs à la création artistique et dans le but d'explorer de nouveaux territoires de connaissances et de communication.

1.1.2 Éléments de la mise en scène du son au théâtre, ou l'art du spectacle vivant

Dès l'Antiquité, la scène théâtrale exploitait les avantages du pouvoir évocateur des sons. À titre d'exemple, mentionnons le travail du chorégraphe et metteur en scène Eschyle (525-456 av. J.-C.) qui fut une figure dominante de la mise en scène du son au théâtre. Eschyle est reconnu pour avoir introduit bon nombre d'éléments scénographiques dont certains étaient spécialement conçus pour modifier le timbre des voix, tels les masques et les urnes. De plus, la scène des théâtres antiques comportait des niches où l'émission du son était soit renforcée, soit affaiblie, ce qui permettait « le jeu du soulignement ou de l'estompage à l'endroit du verbe, de la musique ou des bruits. » (Gryzik, 1984, p.14). Le bruitage faisait également partie des représentations théâtrales données à cette époque. Dans *A Source Book in Theatrical History*, Nagler, traduisant un passage du *De Architectura* de Pollion (16 - 13 av.J.-C.), nous en informe ainsi : “When the play is to be changed, or when gods enter to the accompaniment of sudden claps of thunder, these may be revolved and present a face differently decorated”. (Nagler, 1952, p.25). Un des premiers effets sonores connus et encore populaire de nos jours est le bruit du tonnerre et l'instrument simulant le bruit du tonnerre avec une certaine crédibilité pour l'époque portait le nom de *bonteion* (Culver, 1981, p.15). Plus près de nous, l'examen de la planche présentée à la figure 1.1 permet d'affirmer que le bruitage était abondamment et sciemment utilisé dans la mise en scène du son au théâtre depuis l'époque de la Renaissance.

Quoique peu détaillée, la présente section réunit suffisamment d'exemples pour attester que la mise en scène du son tenait compte, dès le début du théâtre antique, du pouvoir évocateur des sons et que les moyens mis en œuvre pour stimuler l'imaginaire du public se sont émancipés dans **l'art de recréer par des moyens techniques, des événements sonores signifiants pour l'auditoire**. Dans mon propre travail, ce sont des événements sonores qui trouvent résonance dans la vie quotidienne des gens qui ont servi à la composition des ambiophonies de *Blanche-Neige, Sens (...), Spin 2-0-0-3*



Photograph 31 A reconstruction of creating the effects backstage for a fifteenth-century mystery play.

FIG. 1.1: Création d'effets sonores à l'arrière-scène d'un théâtre à ciel ouvert. (Frezza, 1982).

et *Ambiophonie urbaine*. Aussi, je me suis efforcée de capter et de reproduire le plus fidèlement possible, à l'aide des technologies électroacoustiques, des sons manifestes de la vie quotidienne dont la fonction dramatique rejoint celle du bruitage au théâtre.

1.1.3 Éléments de la musique concrète, ou l'art des sons fixes

Dans la première moitié du XX^es., les postes radiophoniques étaient de véritables centres de recherche et ils étaient équipés de laboratoires d'expérimentation pour tout ce qui concerne les techniques d'enregistrement, de conservation et de transmission du son. À cette époque, Pierre Schaeffer, musicien et polytechnicien de formation, se voit confier la création d'un Service de la recherche par l'Office de Radiodiffusion de la Télévision Française (O.R.T.F), dans la ligne du Studio d'essai qu'il fonda en 1943. (Schaeffer, 1966, quatrième de couverture). C'est au cours de son séjour à l'O.R.T.F. que Schaeffer donna naissance à un nouveau genre musical : la musique concrète.

Using these techniques and sound effects recordings of trains, Schaeffer composed the *Étude aux chemins de fer*², the first piece of musique concrète, in April 1948. [...]Schaeffer decided to call his work music concrete because of the ways it differed from "traditional" music. Instrumental music, he noted, was "abstract". The qualification of "abstract" is used to describe ordinary music because it is first conceived of in the mind, then notated on paper, and finally realized only by performance. Musique concrète, on the other hand, begins with pre-existing sound elements, which may be music or noise. These elements are then experimentally manipulated and a montage is created. The final composition is a result of these experiments and the ideas contained in the sketches of work. These sketches, however, cannot resemble traditional music notation. (Schrader, 1982, p.10).

À la même époque mais sur un autre continent, le canadien Hugh Le Caine compose *Dripsody*³, une *Étude pour magnétophone à vitesse variable* qui deviendra un classique de la musique concrète. Le Caine avait enregistré le son d'une goutte d'eau tombant dans un seau puis l'avait de nouveau enregistré sur une bande magnétique en variant la vitesse de défilement de façon à le reproduire à différentes hauteurs correspondant à celles de la gamme pentatonique. « Des milliers d'événements sonores créés à partir de ce son unique furent réalisés, nécessitant 25 épissures et le magnétophone à vitesse variable. » (Young, 1990, p.12). Par l'application de procédés techniques de composition

²<http://www.medienkunstnetz.de/works/etude-aux-chemins-de-fer/audio/1/>

³<http://www.hughlecaine.com/fr/compositions.html>

électroacoustique, de stratégies de montage multipiste et de mixage, ce qui était concret à l'origine, en l'occurrence une goutte d'eau, perd son identité originelle au fur et à mesure des manipulations techniques appliquées sur le matériau par le compositeur et selon ses goûts esthétiques. C'est donc suite à une série d'expérimentations effectuées à partir de sons enregistrés sur bande magnétique que le concept d'*objet sonore* voit le jour en 1966. En effet, c'est à la suite d'une vingtaine d'années de recherches que Pierre Schaeffer nous propose dans : *Le traité des objets musicaux : essais interdisciplinaires*, une phénoménologie générale de l'audible et une analyse typo-morphologique des sons. « L'objet sonore est destiné à être l'unité élémentaire d'un solfège général et pluridisciplinaire des sons. » (Schaeffer, 1966). Il faut bien comprendre ici que l'objet sonore schaefferien n'est pas l'objet matériel qui résonne ou par lequel un son est produit. Pour avoir accès à l'objet sonore schaefferien, il faut d'abord être initié à la pratique de l'écoute réduite, « attitude consistant à écouter le son *pour lui-même*, comme *objet sonore* en faisant abstraction de sa provenance réelle ou supposée, et du sens dont il peut être porteur. » (Chion, 1983, p.33)

Aussi, les sons enregistrés pour recréer des événements sonores significants pour l'auditoire peuvent servir à remplir certaines fonctions dramaturgiques semblables à celle du bruitage au théâtre d'une part et, d'autre part, peuvent subir des transformations spectro-morphologiques par l'application de procédés techniques de composition électroacoustique qui rendront abstrait le lien causal de l'événement sonore originel et le sens dont il est porteur. Dans ce dernier cas, les procédés techniques de composition utilisés laissent libre cours à l'expression artistique.

1.1.4 La notion de « paysage sonore » et d'« écologique acoustique »

Une première recherche interdisciplinaire sur l'environnement sonore a vu le jour en 1977 avec la parution du livre : *The Tuning of the World*⁴, publié dans le cadre du *World Soundscape Project*⁵ dirigé par Raymond Murray Schafer, le fondateur de la Canadian Association for Sound Ecology⁶

C'est alors qu'un important effort de définition et d'illustration de la dimension sonore des différents écosystèmes ruraux et urbains a été déployé par Schafer et ses collaborateurs parmi lesquels figurent les noms d'Howard Broomfield, Bruce Davis, Peter Huse,

⁴Le livre a été publié en français (1979) sous l'intitulé : *Le paysage sonore*.

⁵<http://www.sfu.ca/~truax/wsp.html>

⁶<http://interact.uoregon.edu/MediaLit/CASE/Homepage>

Barry Truax, Hildegard Westerkamp et Adam P. Woog. Le concept-clé résultant de cette recherche interdisciplinaire est celui du *paysage sonore* que Schafer définit de la façon suivante :

L'environnement des sons. Techniquement, toute partie de cet environnement pris comme champ d'étude. Le terme s'applique aussi bien à des environnements réels qu'à des constructions abstraites, tels que compositions musicales ou montages sur bande, en particulier lorsqu'ils sont considérés comme faisant partie du cadre de vie. (Schafer, 1979, p.376).

Quant à la visée esthétique des compositeurs qui ont le souci de l'écologie acoustique, elle se réalise dans le façonnage de paysages sonores qui, par des transformations subtiles, conservent un lien causal avec le scène auditive originelle. La pièce intitulée *Gently Penetrating Beneath the Sounding Surfaces of Another Place*⁷, composée par Hildegard Westerkamp en 1997, constitue un excellent exemple du genre dont voici une définition proposée par Dre Andra McCartney : "Acoustic ecology explores the relationships among sounds within an environment, and soundscape composers do this through the recording of those sounds and their later re-presentation in a somewhat different, heightened, edited or composed form". (McCartney, 1998, p.1).

C'est donc dans cette optique que sera exploitée la notion de « paysage sonore » à travers la composition d'une œuvre solo intitulée *Ambiophonie urbaine*. Je compte ainsi poser les jalons d'un mode d'expression sonore contemporain ayant ses caractéristiques propres, la *composition ambiophone*.

1.2 Blanche-Neige : Notes de programme, problématique de recherche-crédation et méthode de composition

1.2.1 Notes de programme

La première phase de ma recherche-crédation débute par une collaboration artistique entreprise en début de parcours doctoral avec José Dupuis et Natalie Lamarche dans la mise en œuvre d'une performance théâtrale intitulée *Blanche-Neige*. Cette création évolutive a fait l'objet de la conférence-démonstration intitulée *Ambiophonie pour œuvre mixte* présentée dans le cadre du colloque *Théorie et pratique : 20 ans de recherche 20*

⁷<http://www.emf.org/artists/mccartney00/studio.examples.html>

ans de création.⁸ *Blanche-Neige* est une idée originale de José Dupuis, une artiste formée en arts visuels puis en théâtre. Avec elle sur scène, il y a Natalie Lamarche, chorégraphe interprète formée en danse puis en théâtre. Hors vue il y a moi, formée en composition électroacoustique puis en théâtre.

Désignée par l’auteure comme étant un tableau vivant, cette performance théâtrale ne fait pas usage de la parole. Il s’agit donc d’une performance extralinguistique qui prend place dans un décor dénudé où la rencontre de la lumière et de la gestuelle crée des effets visuels qui dynamisent le jeu des performeuses. Ces dernières revêtent un « hakama »⁹ et une camisole moulante. Elles sont juchées sur des cothurnes en bois hauts de douze pouces dont le claquement des lames contre le sol lors de la marche à petits pas est très caractéristique des bruits pratiquement disparus du paysage sonore japonais actuel. Aux doigts, elles portent des tiges d’environ un mètre de long, ce qui permet d’augmenter la portée de leurs gestes et de produire des sons en les frappant ou en les frottant contre le sol. Je suis positionnée en arrière du public, au-dessus des derniers gradins, en face de la scène et le regard en plongée, occupant la place normalement réservée au technicien du son. Mes représentants sur scène sont deux haut-parleurs placés en fond de salle au niveau du sol, aux extrémités latérales de l’aire de jeu et dissimulés derrière les rideaux d’arrière-scène.

1.2.2 Problématique de recherche-création

La problématique de recherche-création liée à la composition hybride née de la fusion entre la musique concrète et la mise en scène du son au théâtre prend son point d’ancrage du postulat suivant : la musique concrète est un art de support et la durée de l’œuvre est fixée d’avance ; l’exécution publique présuppose un lieu unique et un temps réel, respectivement la salle de concert et la durée de l’œuvre. Par ailleurs, la double nature du temps théâtral correspond à deux univers spatio-temporels, celui du lieu et du temps scéniques ou réels, c’est-à-dire le lieu dans lequel se déroule la performance et la durée du spectacle, et l’univers spatio-temporel de la fiction, celui du lieu et du temps extra-scéniques ou fictifs, c’est-à-dire le lieu et le temps qui n’ont d’existence que par rapport au message transmis par les éléments constitutifs de la mise en scène. Le problème de recherche concerne donc l’agencement des éléments de la musique concrète et du son au

⁸Ce colloque a été organisé par le Département de théâtre de l’Université du Québec à Montréal en février 2000.

⁹Le hakama (japonais) est un pantalon large plissé (sept plis, cinq devant et deux derrière), muni d’un dossier rigide (koshi ito). Il était traditionnellement porté par les nobles du Japon médiéval, et notamment les samouraïs. On le porte dans la pratique de l’akido.

théâtre à l'aide desquels l'ambiophonie composée assumera les fonctions de lieu et de temps réels et fictifs de la performance théâtrale.

Le choix des matériaux « sons », la méthode d'enregistrement et de reproduction ainsi que l'organisation spatio-temporelle des diverses composantes sonores du spectacle mises en scène selon un principe d'ellipse ont créé les conditions nécessaires à l'atteinte de mon objectif de départ. J'ai également dû développer une méthode de composition hybride comprenant à la fois des éléments de la musique concrète et du son au théâtre qui me permettant de prendre une part active au déroulement du scénario¹⁰. Ceci constitue l'essentiel des travaux de recherche-crédation engagés lors des deux collaborations artistiques associées à l'art du spectacle vivant du présent volet, la performance théâtrale *Blanche-Neige* et l'œuvre chorégraphique *Sens* (...).

1.2.3 Méthode de composition

La composition de l'*Ambiophonie pour œuvre mixte* s'est déroulée en trois étapes : l'enregistrement des sons choisis, l'agencement de l'ensemble des composantes sonores, leur mise en scène lors du spectacle. En conformité avec les principes de la musique concrète, tous les sons servant à la composition ont été obtenus par des procédés de captation microphonique. À l'étape de la composition proprement dite, soit que les sons enregistrés aient subi des transformations spectromorphologiques rendant abstrait le lien causal originel, (musique concrète) c'est-à-dire le lien qui nous permet de reconnaître ce qui a été enregistré, soit qu'ils aient été reproduits tels quels dans le but de créer des événements sonores signifiants pour l'auditoire (bruitage au théâtre). L'étape de la projection en salle mettait également à contribution des éléments de la musique concrète et du théâtre, respectivement par la spatialisation articulée en temps réel des composantes de l'ambiophonie et par la mise en scène de celles-ci en regard de la fonction dramaturgique qu'elles assument au sein de l'œuvre dans sa globalité. Toutefois, l'étape de la spatialisation en salle ayant peu d'intérêt en regard de la problématique abordée sous l'angle de l'interdisciplinarité exploitant la double nature du temps théâtral, il en sera plutôt question dans *Spin 2-0-0-3* et *Ambiophonie urbaine*.

En consultation avec les deux artistes impliquées dans ce projet de création, il a été décidé que la composante spatio-temporelle serait fictive et que le temps extra-scénique

¹⁰Lorsque ce terme est utilisé au théâtre, c'est en général pour des spectacles qui ne reposent pas sur un texte littéraire, mais sont largement ouverts à l'improvisation et se composent surtout d'actions scéniques extralinguistiques. (Pavis, 1996, p.313)

se déroulerait à l'intérieur d'une journée. À cela s'ajoute le choix des costumes comprenant une camisole et des cothurnes en bois ce qui indique que *Blanche-Neige* se déroule par temps doux. Compte tenu de ces deux indications, l'enregistrement des sons visant à assumer les fonctions de lieu et de temps fictifs a été effectué par une journée d'été, dans un seul et même endroit, durant le jour puis le soir. La figure 1.2 illustre la disposition des microphones formant un triangle, ou la captation triphonique, utilisée pour enregistrer le contexte environnemental dans lequel se déroule *Blanche-Neige*. La directivité de chacun des microphones était omnidirectionnelle, celle qui, d'après mon expérience en prise de son tout-terrain, était la plus susceptible de reproduire fidèlement le contexte environnemental originel.



FIG. 1.2: Méthode d'enregistrement pour la scène de jour et la scène de soir.

Avec les premiers enregistrements obtenus survient la nécessité d'établir les principes structuraux de la composition afin de remédier à un problème majeur d'ordre temporel posé par la jonction de l'art des sons fixes à l'art du vivant. C'est que le temps d'exécution

d'une œuvre enregistrée sur un support « média »¹¹, qu'il s'agisse de musique concrète, de musique populaire, d'art radiophonique ou autres, est fixé d'avance. Comment alors, dans le contexte d'une performance théâtrale exécutée en direct, ne pas assujettir le jeu des performeuses au temps métronomique du média ? Qui plus est, comment faire en sorte que je puisse entrer en interaction avec les artistes sur scène lors de la performance et prendre ainsi une part active au déroulement du scénario ? Pour ce faire, je me suis penchée sur les principes structuraux de la composition d'une ambiophonie pour œuvre mixte. Il en est ressorti que les diverses composantes sonores de l'ambiophonie devraient être montés en pièces détachées de façon à ce que je puisse les mettre en scène de façon indépendante. Ainsi, chacune des pièces détachées représenterait une « scène »¹² et les scènes partageant une unité de lieu et de temps composeraient une séquence. Une fois les scènes regroupées en séquence, il faudrait un élément structurant dont la fonction serait d'assurer le continuum spatio-temporel de l'ensemble des séquences dont l'ambiophonie est composée et cet élément structurant porterait le nom de séquence fondamentale, ou première séquence. Pour les besoins d'exécution en salle, chacune des séquences serait gravée sur un support média lequel comprendrait autant de plages que la séquence comprend de scènes. Cette stratégie compositionnelle permettant d'exercer un contrôle indépendant sur chacune des scènes : entrée, durée, sortie, intensité, égalisation, spatialisation, etc., l'ambiophonie pourrait ainsi être amalgamée en temps réel. Cette manière de faire m'a permis d'intervenir en direct, à l'instar des interprètes sur scène, et de prendre ainsi une part active au déroulement du scénario. *Ambiophonie pour oeuvre mixte* de *Blanche-Neige* est gravé sur le **DVD-01 : durée 15 min 45 s** accompagnant cette thèse-création et l'extrait présenté provient des archives du Département de théâtre de l'UQÀM.

À l'aide de la partition présentée à la figure 1.3, on peut observer que la séquence fondamentale détermine le temps scénique de l'ambiophonie de *Blanche-Neige* et qu'elle est composée de deux segments temporels (ci-après nommée « scène ») formant une unité de lieu et de temps (ci-après nommée « séquence »).

La partie en jaune représente la scène de jour caractérisée par les sons d'oiseaux et la partie en bleu représente la scène de soir caractérisée par les stridulations des grillons. Ainsi, la juxtaposition des deux scènes marque une ellipse de temps dont le lien de

¹¹Support servant à recevoir, à conserver ou à transmettre un message ou une information. Ex. : bande magnétique ; cassette ; disque. Dictionnaire des arts médiatiques, (Poissant, 1995, p.208.)

¹²Le mot a d'abord désigné les représentations théâtrales de l'Antiquité. Le terme connaît au cours de l'histoire un constant élargissement de sens dont l'aire de jeu, puis le lieu de l'action puis le segment temporel dans l'acte. (Dictionnaire du théâtre, Pavis, 1996 et Dictionnaire historique de la langue française, Rey, 1998)

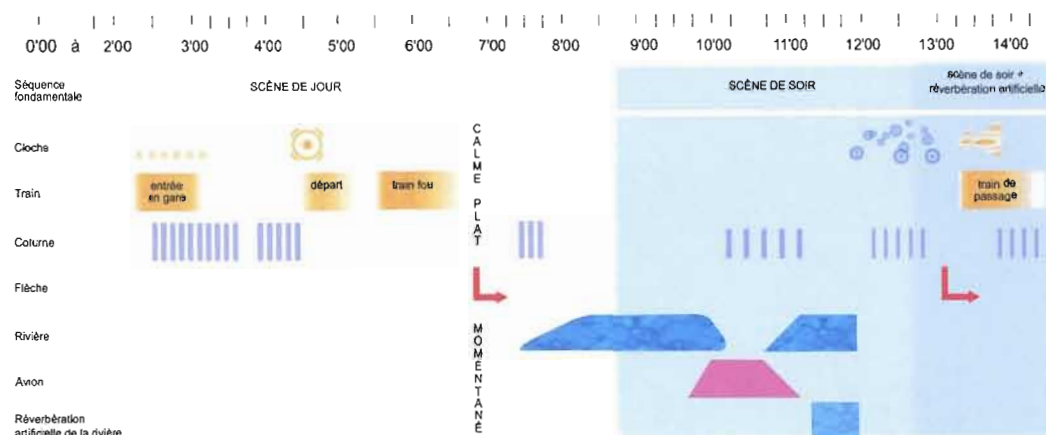


FIG. 1.3: Partition de l'ambiophonie composée pour *Blanche-Neige*.

continuité est assuré parce qu'elles partagent une unité de lieu et de temps et que le lien causal qui les unit trouve résonance dans la vie quotidienne d'une population donnée. Telle que la partition l'illustre, l'entrée de la scène de jour marque le début de *Blanche-Neige*, à 2 min 00 s sur la partition, tandis que la sortie de la scène de soir marque sa fin à 14 min 30 s, pour un temps scénique total de 12 min 30 s. À noter que sur le support média, la durée de chacune des scènes excède le temps utilisé lors de l'exécution publique, ce qui permet de prolonger ou d'ajuster le temps scénique au besoin. Ainsi, la séquence fondamentale de la composition exploite la double nature du temps théâtral en inscrivant, à la fois, le temps réel de l'ambiophonie et le temps fictif de *Blanche-Neige* qui se déroule à l'intérieur d'une journée, dans un endroit à ciel ouvert et par temps doux.

La deuxième séquence offre davantage de précision sur le lieu où se déroule l'action. À cet effet, la séquence comprend quatre scènes de train enregistrées à la gare d'Ahuntsic située tout près de l'endroit où a eu lieu l'enregistrement du contexte environnemental de jour et de soir. Ont servi à la composition : l'entrée en gare d'un train et son temps d'arrêt, le départ d'un train, un train fou et un train de passage. À l'instar de la méthode employée pour l'enregistrement du contexte environnemental de jour et de soir, je me suis efforcée de capter le plus fidèlement possible les divers déplacements de trains de façon à ce que chacune des scènes soit significatives pour l'auditoire. Pour ce faire, j'ai planifié une méthode d'enregistrement adaptée aux besoins particuliers de la mise en scène de *Blanche-Neige*. À cet effet, on peut observer à la figure 1.4 que la disposition des microphones lors de l'enregistrement permet une double captation stéréophonique en simultané. La captation transversale a été utilisée pour l'entrée en gare du train et

son départ tandis que la captation latérale a été utilisée pour le train de passage et le train fou. Un quatrième microphone a été placé au ras du sol entre les deux rails. Cet enregistrement monophonique a servi dans la mise en scène de *Blanche-Neige* et *Ambiophonie urbaine*.

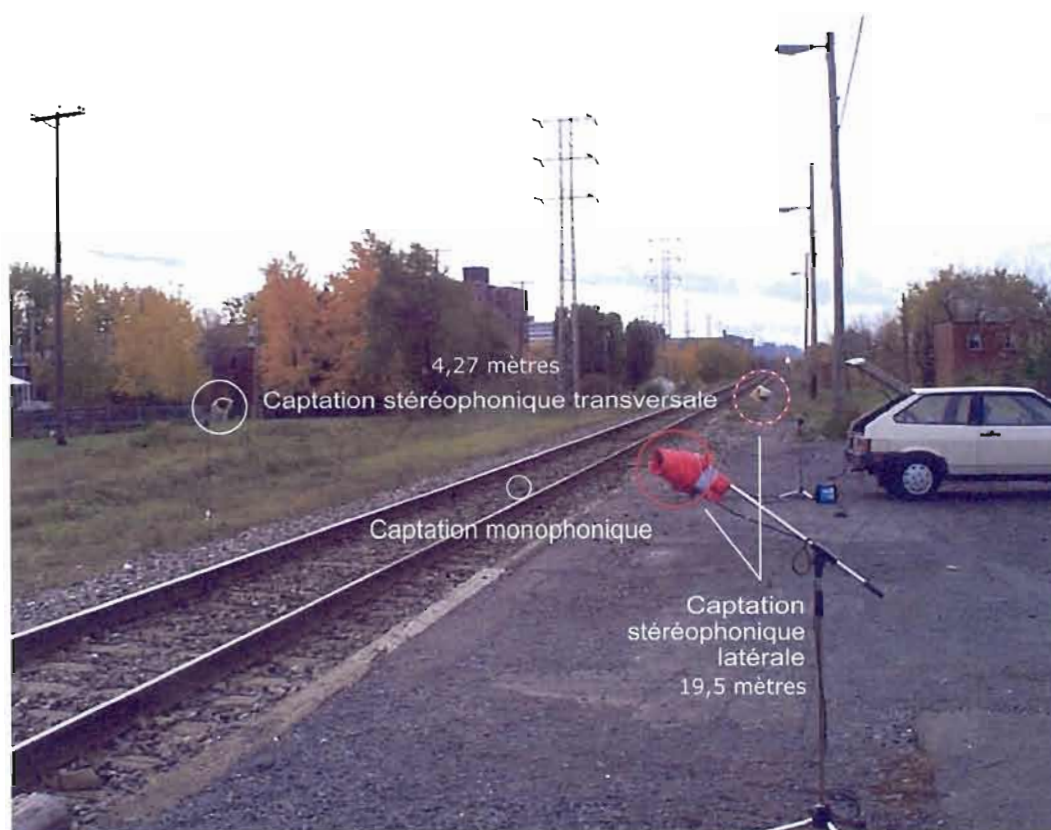


FIG. 1.4: Disposition des microphones lors de l'enregistrement des scènes de train.

Dans le but d'augmenter sensiblement l'effet de réalisme obtenu lors de la projection en salle, j'ai pris soin de disposer les microphones de façon à ce que la distance comprise entre les microphones latéraux lors de l'enregistrement du train de passage, soit 19,20 mètres, s'apparente à la distance comprise entre les haut-parleurs en fond de scène lors de la présentation publique, soit 15,49 mètres (distance latérale maximale de l'espace scénique). La figure 1.5 présente le croquis préparatoire à la mise en place des microphones de façon à satisfaire, en priorité, les besoins de la mise en scène du son au théâtre, et en vue de productions autres.

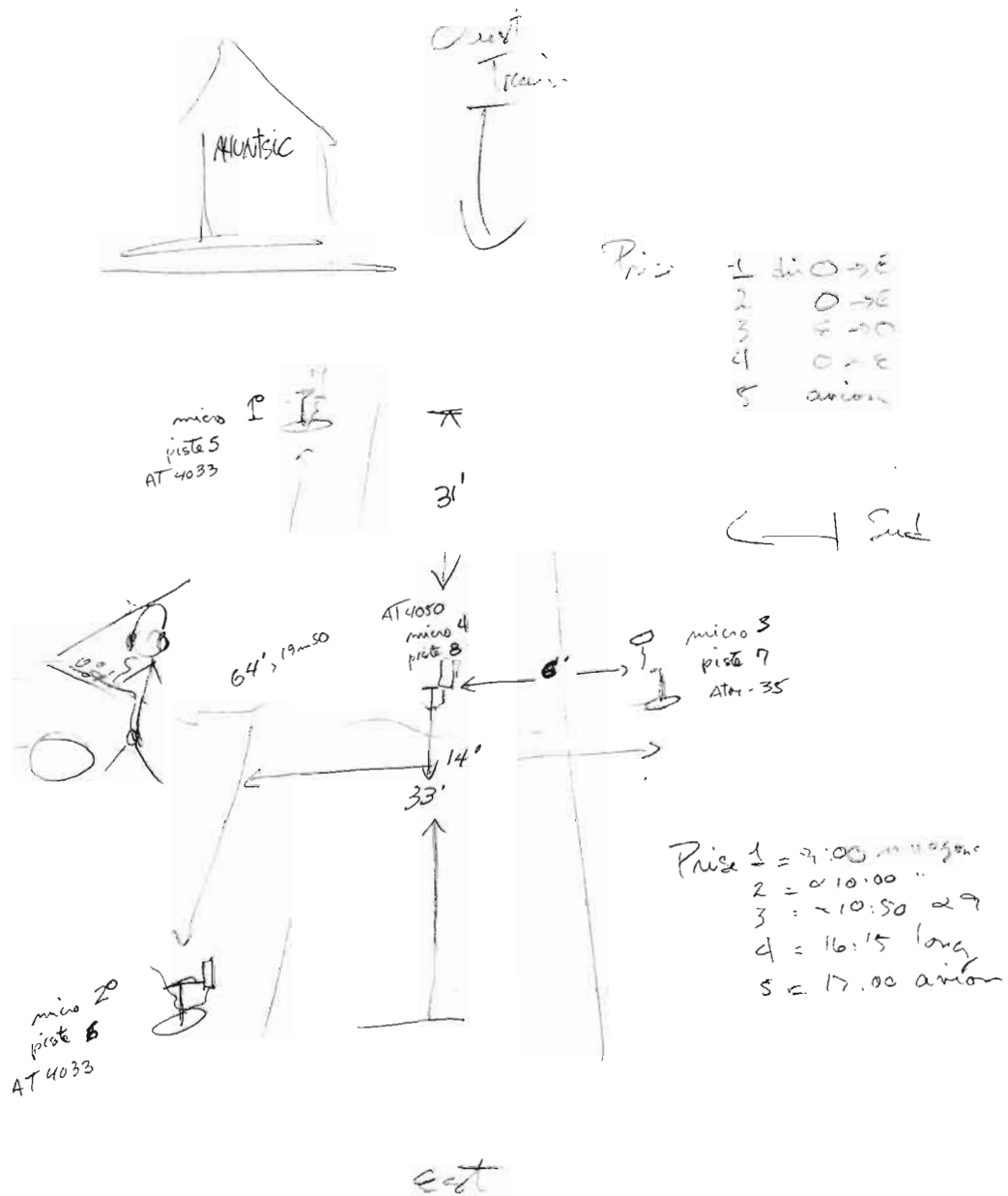


FIG. 1.5: Croquis préparatoire aux captations microphoniques des trains à la gare d'Ahuntsic.

L'enregistrement du train fou a subi des modifications par l'application de procédés de composition utilisés en musique concrète sans toutefois en empêcher sa reconnaissance de façon à conserver un lien de référence avec la scène précédente ce qui, comme le soulignait Andra McCartney, s'inscrit dans la visée esthétique des compositeurs qui ont le souci de l'écologie acoustique. La fonction dramatique du train fou est de faire ressortir la fragilité et le déséquilibre mental du personnage dont la gestuelle concomitante, cothurnes en bois aidant, chorégraphie une marche hasardeuse. L'ordonnance temporelle des quatre scènes de la séquence de trains subdivise le temps fictif en quatre moments-clés dont la fonction est d'assurer la progression dramatique de *Blanche-Neige* dont l'essentiel se résume à « un rendez-vous manqué ».

La troisième séquence a été produite en direct par les cothurnes attachées aux pieds des performeuses, ce qui m'amène à préciser un détail, avant d'entrer dans la description de la mise en scène de *Blanche-Neige*, sur des raisons complémentaires justifiant l'emplacement des haut-parleurs en fond de salle au niveau du sol et aux extrémités latérales de l'espace scénique. C'est tout simplement qu'étant littéralement dans l'ambiophonie, les performeuses peuvent synchroniser le rythme de leurs pas au rythme des trains avec plus de précision. De plus, cette disposition facilite l'ajustement de la force de frappe des cothurnes au sol à l'intensité des diverses scènes composant l'ambiophonie. Cet ajustement est pratiquement impossible lorsque les haut-parleurs sont placés en avant de l'espace scénique en direction du public.

Procédons à l'analyse des autres scènes auditives à même la description du scénario. L'entrée du train en gare indique aux deux personnages d'entrer en scène, l'une se trouvant côté cour et l'autre côté jardin. Elles se cherchent à petits pas rythmés dès leur apparition publique, mais après un certain temps le train repart sans qu'elles ne se soient rencontrées. Il s'en suit une période trouble soutenue par la scène du train fou puis survient un moment d'accalmie précédant un tir à l'arc dont la flèche tente de toucher l'âme sœur mais en vain. La scène de la flèche a été obtenue par l'enregistrement stéréophonique d'un bruitage vocal lequel inclut un effet de trajectoire. Se profile ensuite la scène de la rivière dont les deux personnages se rapprochent pour se rafraîchir. Arrivées au bord de la rivière, elles s'accroupissent lentement pour s'y désaltérer et cette scène visuelle est coordonnée à l'intensification du son de la rivière. Il s'en suit un jeu de miroir amené par la réciprocité de la gestuelle des interprètes qui se trouvent d'un côté et de l'autre de la rivière qu'on imagine grâce au pouvoir évocateur des sons. La scène de la rivière symbolise le temps qui s'écoule et c'est alors qu'est amenée l'ellipse suggérant le passage du jour au soir. Puis l'une s'éloigne de l'autre, abandonne la recherche et prend son en-

volée suite à l'entrée en scène d'un avion symbolisant le départ vers un autre lieu, celui de l'au-delà. C'est donc à mi-chemin entre ciel et terre que l'une d'entre elles (côté cour) se remémore la scène de la rivière où elles se sont croisées du regard sans se voir. Cette ellipse rétroactive est rendue par la réinsertion du son de la rivière qui, à chaque batttement d'ailes du personnage incarné, se voit ajouter une réverbération artificielle mixée en direct créant ainsi une interaction en temps réel avec l'artiste sur scène. Une fois la scène de la rivière terminée, on entend des cloches d'église au loin pendant qu'un deuxième tir à l'arc est en préparation. Le tir parvient cette fois-ci à toucher l'âme sœur qui réagit au son percutant de la flèche en laissant tomber ses tiges aux doigts[...] il est trop tard. La scène de soir se fait lointaine par l'ajout d'une réverbération artificielle puis le sifflement du train indique qu'il s'approche de la gare mais il ne fait que passer comme passe la vie. Pendant la scène du train de passage, la gestuelle perd graduellement de son ampleur, le son percutant des cothurnes s'atténue et s'espace dans le temps, elles courbent l'échine et tremblotent, sortie de scène des performeuses, fondu en sortie de la scène du soir, retour au lieu et au temps scéniques marqués par les applaudissements.

Les problèmes posés et résolus au cours de cette recherche-crédation m'ont amenée à faire le choix de la **scène auditive** pour désigner un segment temporel formant une unité sémantique, **premier terme du deuxième principe de l'*Odyssée des médias-son***. Par ailleurs, les principes structuraux régissant l'organisation spatio-temporelle des scènes auditives ont permis de composer l'ambiophonie en temps réel et de prendre ainsi une part active au déroulement du scénario, ce qui a facilité l'interaction coordonnée entre les artistes sur scène et l'*ambiophoniste*. Enfin, l'intitulé de cette recherche-crédation étant *Ambiophonie pour œuvre mixte*, la méthode de composition développée dans *Blanche-Neige* a, par la suite, été formellement mise à profit lors de la création de l'ambiophonie pour *Sens (...)* qui est le résultat d'une étroite collaboration avec la chorégraphe-interprète Chantal Lamirande.

1.3 *Sens (...)* : Notes de programme, problématique de recherche-crédation et méthode de composition

1.3.1 Notes de programme

Sens (...), une œuvre chorégraphique conçue et réalisée par Chantal Lamirande, a été présentée à Tangente en mars 2003¹³. Au moment de notre première rencontre, les

¹³Tangente est un lieu de diffusion en danse contemporaine

lignes directrices de la chorégraphie étaient en place ainsi que la visée artistique de la chorégraphe dont voici la note de programme : « [...]Transporter les spectateurs dans un univers où les sens sont en éveil. Les sons et le souffle émergent d'une gestuelle contrastée, voix et mouvement qui font à mon sens écho à vos sens ».¹⁴

Le décor de *Sens* (...) est dénudé et ne comprend aucun objet scénique. L'interprète sur scène est revêtue d'un collant et d'un justaucorps, elle s'exécute pieds nus et ne porte aucun accessoire scénique. Je prends place à l'avant-scène côté jardin avec ma lutherie électroacoustique et suis bien en vue, cette fois-ci, du public. C'est une façon de rendre visible ma participation active au déroulement de l'œuvre, car de façon générale, il revient au technicien de son faisant partie de l'équipe scénique du théâtre ou de la salle de spectacle de faire entendre les diverses occurrences sonores d'un spectacle. Hors dans le cas de *Blanche-Neige* et de *Sens* (...), les manipulations techniques sont doublées d'un apport artistique, notamment parce qu'il y a des moments scéniques où j'entre en interaction avec l'artiste sur scène, et c'est seulement dans ces conditions que je puis prendre en charge l'articulation en temps réel de tous les aspects sonores d'un spectacle sans enfreindre les règles encadrant le travail de l'opérateur du son. Mes représentants sur scène sont quatre haut-parleurs placés au niveau du sol et à la vue du public : deux sont positionnés en fond de salle face au public à environ trois mètres des murs latéraux, les deux autres sont placés à la limite avant de l'aire de jeu, aux extrémités latérales et pointent en direction du siège central des gradins.

1.3.2 Problématique de recherche-crédation et méthode de composition

L'intérêt de la mise en scène du son dans *Sens* (...) était de mettre à l'épreuve le modèle compositionnel développé pour la performance théâtrale *Blanche-Neige* dans le contexte d'une création artistique relevant d'un autre domaine, en l'occurrence celui de la danse contemporaine. J'ai ainsi doté ma méthode d'une certaine validité externe laquelle réfère à la possibilité d'appliquer le modèle compositionnel d'une ambiophonie à d'autres contextes artistiques. Pour ce faire, j'ai composé l'ambiophonie de *Sens* (...) d'après la structure compositionnelle employée dans *Blanche-Neige*, en commençant par déterminer de quoi serait composée la séquence fondamentale dont la fonction est d'assurer le continuum spatio-temporel de l'ambiophonie et dont le contenu est le plus susceptible de « faire sens ». La séquence composée de deux scènes marquant une ellipse temporelle dans *Blanche-Neige* exploitait les deux univers spatio-temporels du temps théâtral, le

¹⁴Note extraite de la fiche publicitaire et du programme de la soirée.

réel et le fictif. Dans un autre ordre d'idées, la chorégraphie *Sens* (...) a été développée à partir d'une thématique dont l'élément central est le souffle émergeant de la gestuelle. Un premier constat sur la nécessité d'une adaptation s'imposait dès lors, ce qui m'a conduit à effectuer le choix des scènes en fonction d'une thématique plutôt qu'en fonction d'un scénario comme c'était le cas dans *Blanche-Neige*. Aussi, le contenu sémantique de la séquence fondamentale se voulant représentatif du thème central qui, du point de vue sonore, est le souffle, j'ai décidé, avec l'accord de la chorégraphe, que la séquence assurant la continuité temporelle du spectacle serait obtenue par l'enregistrement de respirations émergeant de nos corps respectifs.



FIG. 1.6: Enregistrement des respirations dans la salle anéchoïque du Département de musique de l'Université du Québec à Montréal. À gauche : Chantal Lamirande ; à droite : Claire Piché.

Tel qu'on peut le voir à la figure 1.6, j'ai procédé à cet enregistrement dans une salle anéchoïque afin de capter les respirations isolément, c'est-à-dire sans l'induction de sons hors propos et de façon à obtenir une excellente qualité dans le rapport signal/bruit, le son de la respiration étant de très faible amplitude. Un seul microphone a servi à l'enre-

gistrement des respirations et la directivité bidirectionnelle a été choisie pour répondre aux besoins spécifiques de la séquence à enregistrer. C'est donc sur un fond de subtiles respirations, dont on peut entendre un extrait sur le **CD-01 Respirations : durée 01 min**, que se font entendre les autres scènes composant l'ambiophonie de *Sens (...)* qui, selon leur niveau d'intensité, se mixent à la séquence fondamentale et la masquent parfois.

Une fois la séquence fondamentale déterminée, je me suis intéressée à la séquence devant être produite en direct par l'interprète sur scène qui, dans *Blanche-Neige*, était produite par le claquement des cothurnes contre le sol. Une deuxième adaptation s'est imposée d'emblée, le souffle émergeant d'une gestuelle étant de très faible amplitude et pratiquement inaudible en situation de spectacle comparé aux claquements des cothurnes. Pour remédier à ce problème, j'ai utilisé un microphone sans fil positionné le plus près possible de la source sonore, en l'occurrence la bouche de l'interprète. Quant à l'émetteur, il a été placé dans le creux de son dos sous le justaucorps. C'est ainsi que j'ai pu amplifier et mixer en direct le son du souffle émergeant de la gestuelle aux autres scènes auditives. De plus, le fait de capter les sons phonatoires de l'interprète par l'intermédiaire d'un microphone m'a permis d'intervenir en direct sur le matériau en temps réel, notamment par l'ajout de réverbération artificielle et d'un écho à répétition à l'écoute duquel elle s'adonne à un jeu vocal. Cette captation microphonique en direct est la raison qui a motivé l'ajout de deux haut-parleurs positionnés à l'avant de l'aire de jeu, comparé à l'utilisation de seulement deux haut-parleurs disposés en fond de scène comme c'est le cas dans *Blanche-Neige*. De cette façon, j'ai pu assigner la séquence phonatoire aux haut-parleurs situés à l'avant-scène et, la danseuse ne dépassant pas la limite de l'aire de jeu, éviter ainsi les problèmes techniques découlant de la réinjection du signal (effet Larsen). Deux extraits de *Sens (...)* sont gravés sur le **DVD-02 : durée 03 min 10 s**. Le premier extrait présente une section de la scène-vocale dont il est question ci-haut alors que le deuxième présente la scène-musicale sur laquelle prend fin la chorégraphie.

Qui dit danse, dit musique. Aussi, *Sens (...)* comprend une scène spécialement composée pour la section chorégraphiée d'une danse rythmée au son de la musique, **CD-02 Scène-musicale : durée 2 min 02**. J'ai composé la scène-musicale selon les principes de la musique concrète, à partir d'un segment de la séquence fondamentale auquel j'ai appliqué des procédés techniques de composition tels les variations de vitesse, le découpage et l'assemblage de divers fragments, puis effectué le montage multipiste dont la pulsation rythmique est rendue par l'échantillon d'un battement de mon cœur **CD-03 Battements de cœur : durée 2 min 11 s**. La scène des battements de cœur

marque le début de la chorégraphie de *Sens* (...) qui se termine par la scène-musicale pulsée par un battement de cœur.

La performance théâtrale *Blanche-Neige* et l'œuvre chorégraphique *Sens* (...) complètent la première phase de ma recherche-crédation qui consistait à composer une ambiophonie originale née de la fusion entre la musique concrète et la mise en scène du son au théâtre et à vérifier la possibilité d'appliquer le modèle compositionnel à d'autres domaines artistiques dont la danse. Des avenues inusitées dans l'art des sons fixes ont alors été explorées dans le but de créer du sens et d'ouvrir la voie à **une forme organisée de communication acoustique**. Ceci a été rendu possible par la mise en pratique d'un mode de composition qui adopte la scène auditive comme unité sémantique et dont les matériaux trouvent résonance dans la vie de tous les jours. Aussi, dans les recherches-crédation subséquentes, la composition d'une ambiophonie est pensée comme étant un ensemble de scènes auditives choisies en fonction des besoins expressifs de l'œuvre.

1.4 Spin 2-0-0-3 : Notes de programme et problématiques de recherche-crédation

1.4.1 Notes de programme

Spin 2-0-0-3 a fait l'objet d'une collaboration artistique avec Claire Dufresne qui la désigne comme étant une installation sculpturale cinétique et polyphonique inspirée par les moulins de prières du Tibet pour leur caractère sacré. Ma collaboration avec l'artiste auteure de *Spin 2-0-0-3* a débuté en 2002, le mixage final de l'ambiophonie a été complété en 2004, **CD-04 Ambiophonie de Spin 2-0-0-3 : durée 18 min 45 s**, et l'œuvre a été exposée pour la première fois à l'hiver 2007 à l'église le Gesù. Cette installation sculpturale ne requérant pas de mise en scène du son en temps réel, le mixage des scènes a dû être achevé avant la date d'exposition et fixée sur support, en l'occurrence un disque compact, et le système de son a dû être intégré à la sculpture.

1.4.2 Problématique concernant la disparité des temps et lieux d'enregistrement

Le processus de création de *Spin 2-0-0-3* est particulier en ceci, le choix des composantes sonores a été effectué par Claire Dufresne qui a décidé que l'ambiophonie comprendrait de la musique instrumentale et des idiophones, des poèmes multilingues récités

par des personnes différentes, des sons de l'environnement et des sons de synthèse. Par conséquent, le regroupement des scènes auditives en séquence selon qu'elles partagent une unité de lieu et de temps posait problème, notamment parce que l'horaire des enregistrements s'étalait sur une période d'environ une année et qu'ils étaient pratiqués dans des environnements divers, selon la disponibilité de chacune des onze personnes impliquées dans le projet de création. Sur quelle base alors procéder à l'organisation spatio-séquentielle d'un nombre plus ou moins élevé de scènes auditives enregistrées en temps et lieux divers, tout en demeurant cohérente dans la création de sens ?

Ce qu'il y avait d'intéressant dans la problématique soulevée par la disparité des temps et lieux d'enregistrement est que jusqu'alors, l'interdisciplinarité n'avait été considérée que sous l'angle des rapports entre diverses disciplines artistiques. À cela s'ajoute dans *Spin 2-0-0-3*, un point de vue interdisciplinaire sur la nature des sons choisis par l'auteure et c'est dans cette perspective que les travaux de recherche-crédation ont été engagés. Au lieu de former les séquences à partir de scènes partageant une unité de lieu et de temps afin d'assurer la cohérence du contenu sémantique, j'ai regroupé les scènes auditives d'après leur domaine d'appartenance, en l'occurrence les domaines de la musique, de la littérature, de l'environnement et de l'électroacoustique.

Concernant le domaine musical, il y a eu lieu d'enregistrer une prestation musicale improvisée par un trio de musique contemporaine comprenant une violoncelliste, une hautboïste et un clarinettiste. Au cours des deux sessions d'enregistrement effectuées dans la salle des ensembles du Département de musique de l'Université du Québec à Montréal, dix segments de l'improvisation ont été sélectionnés par les instrumentistes. À l'étape du mixage, les segments choisis ont été coupés puis raccordés selon un ordre obéissant aux directives de la violoncelliste dont la responsabilité était d'assurer la cohérence dans le discours musical et c'est ainsi qu'a pris forme la séquence fondamentale, la musique étant présente tout au long des 18 min 45 s que dure l'ambiophonie de *Spin 2-0-0-3*.

Concernant le domaine de la littérature, il y a eu lieu d'enregistrer la voix de huit personnes récitant des poèmes en français, en anglais, en chinois, en japonais ou en tibétain. Signalons à ce propos qu'au moment où s'est déroulé l'enregistrement des voix, aucune des huit personnes récitant les poèmes n'avait entendu la séquence musicale. Le nombre des poèmes s'élève à quarante deux et leur ordonnancement a été décidé d'avance par l'auteure mais non leur positionnement dans l'axe du temps qui a été laissé à ma discrétion. L'adjonction de la séquence littérature à la séquence musicale constitue une première superposition de séquences basée sur les catégories de son, c'est dire que j'ai décidé du positionnement de chacune des quarante deux scènes de la séquence littérature

à l'écoute de la séquence musicale. Mes compétences musicales ont ici été mises à profit afin de produire un contrepoint de qualité ainsi que des effets singuliers obtenus par l'agencement synchronique de scènes diverses dont celle débutant à 6 min 16 s offre un exemple.

J'ai ensuite superposé au contrepoint musique/poème, la séquence de l'environnement comprenant deux scènes d'une rivière dont la fonction est d'illustrer le propos du poème récité à 10 min 39 s. Puis, j'ai ajouté la séquence des idiophones et celle des sons de synthèse¹⁵ dont l'agencement avait comme objectif de créer des ambiances métaphoriques à des endroits spécifiques et repérables à l'oreille. La scène débutant à 11 min 34 s offre un bon exemple de ce que j'entends par une ambiance métaphorique.

1.4.3 Problématique concernant l'organisation spatiale des scènes auditives

Tel que défini en début de chapitre, le mot « ambiophonie » réfère à deux aspects d'un événement sonore : le son de... et l'espace entourant sa production. Enrichir ma recherche-crédation de savoirs liés à l'espace entourant la production d'un événement sonore ne pouvait que renforcer la validité externe de ma méthode compositionnelle. Dans la composition des ambiophonies précédentes, j'obéissais à une logique qui me guidait dans le choix des scènes à enregistrer et dans la façon de les organiser dans le but de créer du sens lorsque mises en scène sur la base d'un scénario dans le cas de *Blanche-Neige* et sur la base d'une thématique dans le cas de *Sens* (...). Dans cette optique, les dispositions microphoniques prises pour la captation des scènes de train et celles de jour et de soir par exemple, avaient pour objectif commun de recréer par des moyens technologiques des événements sonores significatifs pour l'auditoire. Ma question est donc la suivante : n'ayant pas le choix des scènes, par quelles manœuvres puis-je créer du sens dans l'organisation spatiale des diverses composantes de l'ambiophonie de *Spin 2-0-0-3* ?

J'ai apporté des éléments de réponse à cette question en exploitant la notion d'espace entourant la production d'un événement sonore sur la base des trois dimensions du modèle euclidien, largeur/hauteur/profondeur que j'ai transposé dans le domaine du son. Il en ressort que les trois dimensions dont il est question s'inscrivent respective-

¹⁵Les sons de synthèse ont été obtenus par l'intermédiaire d'un Bodysynth, un système électronique dont les senseurs placés sur les bras d'une personne écrivant des calligraphies chinoises, captent l'énergie musculaire ainsi produite et la convertit en énergie électromyogramme avant de l'acheminer vers un processeur. Du processeur, le signal est transmis par voie hertzienne à un récepteur sans fils d'où il est relié à une interface MIDI combinée à un programme informatique. Ce module est câblé à un synthétiseur dont les sorties audio sont reliées à une console de mixage avant d'être enregistrés sur bande audionumérique.

ment sur l'axe horizontal (gauche/droite), l'axe vertical (haut/bas) et l'axe de la distance (proche/lointain). Afin d'exploiter la notion d'espace dans l'axe de la distance, j'ai procédé à l'enregistrement multipiste de la séquence musicale selon une disposition particulière nécessitant l'emploi de sept microphones. Telle que l'illustre les figures 1.7, et 1.8, trois microphones à directivité hypercardioïde formant un triangle équilatéral ont été placés en direction des instruments, à un mètre de distance de ces derniers et à un mètre du sol; trois microphones à directivité cardioïde formant également un triangle équilatéral ont été placés à deux mètres du sol, à distance égale entre les instrumentistes et dirigés vers le centre; un microphone à directivité omnidirectionnelle a été placé à environ 5 mètres du sol. Cette disposition a permis de passer d'un plan à l'autre lors du mixage, le plan rapproché offrant une présence accrue de l'instrument, le plan mitoyen une vue d'ensemble, et le plan distant un effet de réverbération. J'ai ainsi eu accès à trois plans-séquence sur l'axe de la distance, du proche au lointain, et, lors du mixage, j'imaginai les plans qui s'étaient devant moi.

En ce qui concerne les poèmes récités par huit personnes différentes, cinq sessions d'enregistrement ont eu lieu dans la chambre anéchoïque du Département de musique de l'Université du Québec à Montréal, deux ont eu lieu dans une maison le soir et une dans une cuisine tôt le matin. Toutes les voix ont été enregistrées avec le même microphone à directivité cardioïde positionné à une distance comprise entre 20 et 45 cm de la personne. La proximité du microphone jumelée au lieu d'enregistrement ont produit deux plans sonores. À titre d'exemples, l'enregistrement pratiqué dans la chambre anéchoïque avec le micro à proximité, 20 cm, fait entendre les bruits de la bouche, comme c'est le cas du poème débutant à 3 min 32 s tandis que la captation à 45 cm pratiquée dans une cuisine fait entendre la réverbération du lieu qui s'ajoute à la voix, comme c'est le cas du poème débutant à 5 min 30 s. La séquence des voix comprend donc deux plans proximaux, soit un très gros plan, soit un gros plan, dont la différence est subtile mais perceptible. Aussi, les dispositions prises lors de ces enregistrements font que cette séquence occupe le premier plan dans l'axe proche/lointain. À l'étape du mixage et à l'aide du potentiomètre de *panoramisation*, j'ai de plus dispersé les voix dans l'axe horizontal de façon à ce qu'à l'écoute stéréophonique, je perçoive chacune d'entre elles comme occupant un endroit distinct et localisable de cet espace virtuel. L'axe horizontal a également été exploité dans la séquence des sons de synthèse où la scène débutant à 15 min 28 s semble continuellement passer de gauche à droite et inversement, puis dans un simple effet de passage gauche/droit simulé à 7 min 4 s de la séquence des idiophones. Voilà qui complète l'essentiel des diverses façons dont je me suis prise, à l'étape de la prise de son et du mixage, pour recréer, par des moyens technologiques, l'espace entourant l'événement dans l'axe

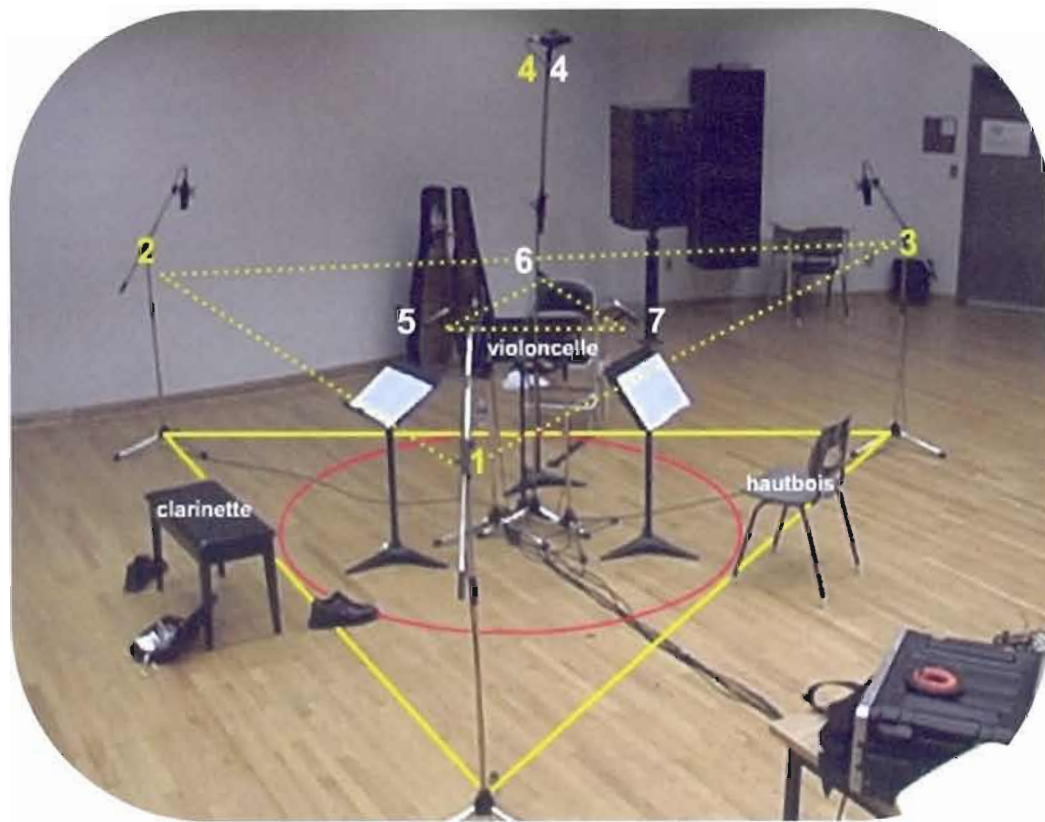


FIG. 1.7: Disposition microphonique pour l'enregistrement de la séquence musicale de *Spin 2-0-0-3*. Département de musique de l'Université du Québec à Montréal, 2003.



FIG. 1.8: Position du trio lors de l'enregistrement de *Spin 2-0-0-3* : à gauche, Michael Maxwell, clarinettiste ; au centre, Véronique Poulin, violoncelliste ; à droite, Anne Dufresne, hautboïste. Département de musique de l'Université du Québec à Montréal, 2003.

de la distance et l'axe horizontal.

L'axe vertical a été exploité sous un angle fort différent car pour ce faire, j'ai sollicité la collaboration des instrumentistes. En effet, lors de la discussion qui a précédé la session d'enregistrement, j'ai demandé aux instrumentistes d'exploiter la hauteur des sons au cours des improvisations. Ils ont répondu à l'appel comme en témoigne entre autres, les 53 premières secondes que dure l'exposition du thème joué par la hautboïste. En outre, l'intégration du système de projection sonore à la sculpture ainsi que la production du devis technique étant sous ma responsabilité, j'ai exploité l'axe de la verticalité par des moyens techniques. À cet effet, les expérimentations effectuées en vue de la construction d'un prototype du *Moulin à création poétique* de *Spin 2-0-0-3* m'ont fait découvrir une façon inusitée de diffuser l'ambiophonie, il s'agit de la « stéréophonie verticale » dont le plan paraît à la figure 1.9. Dans la stéréophonie verticale de *Spin 2-0-0-3*, une première enceinte acoustique a été logée dans la pastille supérieure de la sculpture de façon à ce que le haut-parleur projette en direction du ciel tandis que la deuxième enceinte a été logée dans sa pastille inférieure de façon à projeter en direction du sol mettant ainsi l'emphasis sur la verticalité au lieu de l'horizontalité de la diffusion stéréophonique traditionnelle.

En ce qui a trait à l'intégration des autres éléments se trouve, situé juste en-dessous de la pastille inférieure, un panneau dont la forme conique contribue à contrer le phénomène des ondes stationnaires et l'appauvrissement du son par annulation de phase. Située juste au-dessus de cette même pastille se trouve un compartiment logeant le bloc d'alimentation en électricité, le lecteur de disque compact et le moteur chargé du mouvement rotatif du corps de la sculpture cinétique exécutant un tour complet par seconde. Les travaux menant à cette version finale du devis technique ont fait l'objet de trois rencontres avec Claire Dufresne et de Louis Barrette, ce dernier étant responsable de la fabrication de la structure de la sculpture et de son mécanisme cinétique.

1.5 Ambiophonie urbaine : émergence de la composition ambiophone

1.5.1 Contexte de présentation

Après avoir présenté les travaux de recherche-crédation afférents aux réalisations artistiques interdisciplinaires, notamment la performance théâtrale, la danse et l'installation sculpturale, voici la présentation de la quatrième et dernière œuvre au programme du volet *Crédation et réalisations artistiques* de ma thèse-crédation, *Ambiophonie urbaine*.

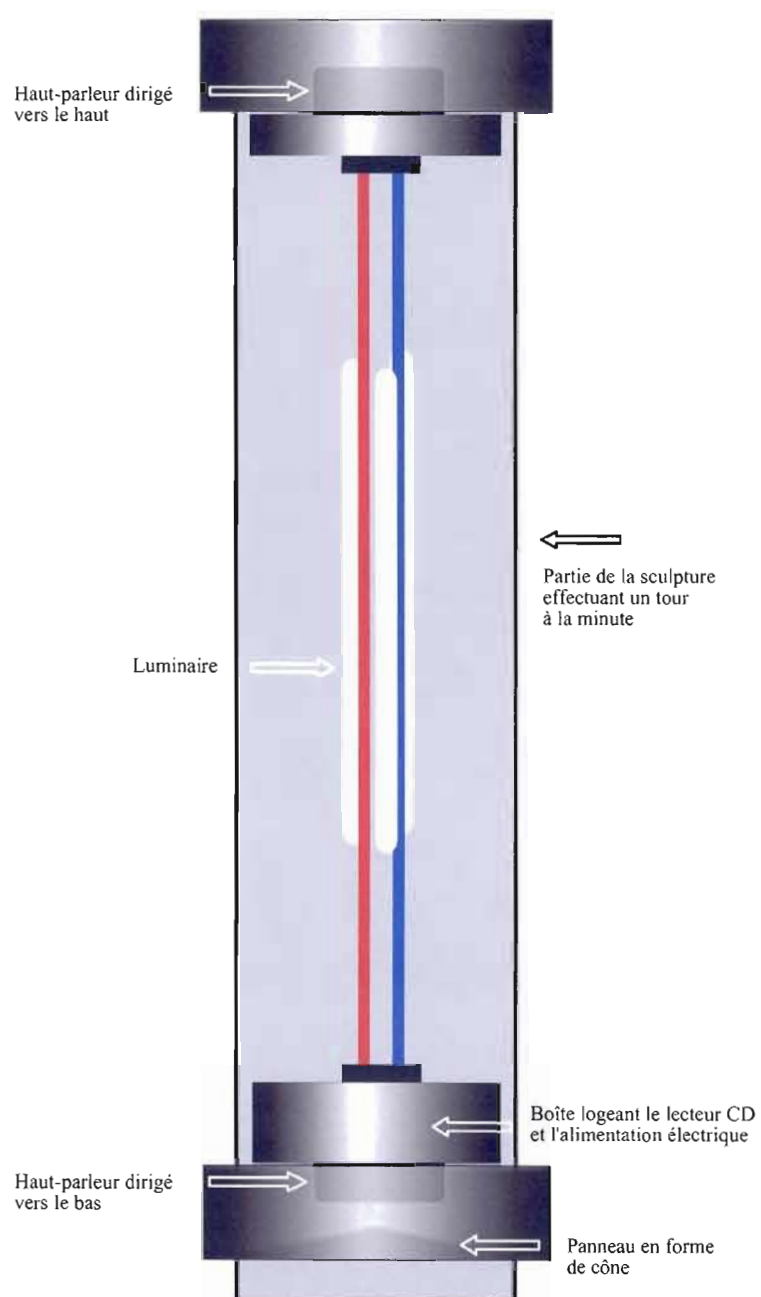


FIG. 1.9: La stéréophonie verticale désignée pour l'ambiophonie de *Spin 2-0-0-3*.

Le fil conducteur du scénario écrit pour **Ambiophonie urbaine** gravite autour des préoccupations écologiques liées à la gestion responsable de l'eau douce. L'exécution publique a pris place au centre d'une exposition en arts médiatiques qui a eu lieu à la Société des arts technologiques dans le cadre du Festival du nouveau cinéma et des nouveaux média (FCMM) 2000. D'abord présentée selon la formule d'une conférence-démonstration offerte au public, *Ambiophonie urbaine* a ensuite fait l'objet d'une représentation spéciale offerte à un groupe d'handicapés visuels suite à la demande d'une intervenante du milieu.

1.5.2 Traits caractéristiques de la composition ambiophone

Le défi de la troisième phase du volet *Création et réalisations artistiques* consistait à poser les jalons d'un mode d'expression sonore ayant ses caractéristiques propres, la composition ambiophone. Qu'est-ce qui distingue la « composition d'une ambiophonie » de la « composition ambiophone » ?

D'abord intéressée par le potentiel évocateur des sons de l'environnement, j'ai exploré la notion de « paysage sonore », courant de pensée à l'origine des recherches en « écologie acoustique », et en suis venue à la conclusion que mon art s'inscrivait dans ce courant de pensée dont les adeptes s'intéressent à l'étude des relations entre l'être humain et son environnement sonore (McCartney, 2003 ; Wagstaff, 2002 ; Hedfors and Berg, 2002 ; Truax, 2001). Toutefois, les questions d'ordre technologique concernant la documentation audio de ces recherches sont pratiquement absentes des articles sur le sujet. Pour ma part, je considère important que les documents audio servant à la recherche soient d'une excellente qualité technique et témoignent de faits authentiques. C'est pourquoi je pose comme condition première à la composition ambiophone, que les scènes auditives retenues pour le corpus sonore fassent office de copie conforme à la scène originelle. Ainsi, les scènes auditives servant à la composition peuvent également servir de documents pour la recherche en écologie sonore ou autre domaine, même si cela n'est pas leur destination première. Ces dispositions laissent entrevoir la nécessité de poser des critères visant à évaluer la validité écologique des scènes auditives enregistrées sur le terrain afin d'en assurer l'authenticité.

Ensuite, par les travaux engagés dans *Ambiophonie urbaine*, j'ai multiplié mes expériences en prise de son tout-terrain en vue, cette fois-ci, d'une diffusion sonore multipiste. J'ai ainsi pu approfondir mes connaissances sur la dimension spatiale des environnements sonores réels afin de produire, en situation de concert, un effet de réalisme par immersion. Le deuxième trait caractéristique est donc qu'en plus de recréer des événements

significatifs pour l'auditoire, la composition ambiophone s'emploie à recréer la dimension spatiale de ces événements, c'est-à-dire l'espace entourant leur production, sans ajout de réverbération artificielle ou de quelque autre artifice.

Enfin, le mode de présentation d'*Ambiophonie urbaine* n'offrant rien de particulier à voir, cette composition aurait tout aussi bien pu être écoutée dans le noir comme c'est bien souvent le cas lors des concerts de musique concrète et toujours le cas lors des concerts d'art acousmatique. C'est dire que l'ajout d'information visuelle n'est pas essentiel à la compréhension de l'œuvre. Le processus de création s'applique d'avantage à stimuler la mémoire auditive des auditeurs de façon à ce que les connaissances acquises par l'expérience de la vie quotidienne soient mises à profit dans la compréhension et l'interprétation de ce qui est donné à entendre.

1.5.3 Processus de création

Le processus de création mis en œuvre dans *Ambiophonie urbaine* adopte la perspective d'un paysage sonore au centre duquel je me trouve, ce qui a donné lieu à l'exercice de penser l'organisation spatiale des scènes auditives selon un modèle épical. Afin de reproduire ce modèle au moment de la diffusion en salle, j'ai anticipé l'utilisation d'un système de projection *hexaphonique* dont chacune des six pointes est occupée par un haut-parleur dirigé vers le centre, endroit à partir duquel j'ai effectué la mise en scène de l'ambiophonie comme le démontre la figure 1.10. Ainsi, au lieu d'assister à un spectacle qui se déroule devant moi, comme c'est le cas pour *Blanche-Neige* et *Sens (...)*, ou autour duquel je peux circuler, comme c'est le cas pour *Spin 2-0-0-3*, dans *Ambiophonie urbaine*, l'auditoire et moi nous retrouvons au cœur d'un univers fictionnel auquel vient se mixer les sons produits par les œuvres multimédiatiques qui y sont exposées.

Dans son installation sonore intitulée *Forty Part Motet* réalisée en 2001, Janet Cardiff propose une expérience de la chorale qui exploite aussi l'espace du lieu d'exposition en permettant au visiteur de la galerie d'écouter les quarante voix, enregistrées séparément et assignées chacune à un des 40 haut-parleurs regroupés en chorale, soit en étant à l'extérieur de la chorale dans la position du spectateur, soit en déambulant autour, ou soit en se retrouvant au cœur de la chorale. Cardiff avait de plus positionné les haut-parleurs à des hauteurs différentes, reprenant ainsi l'aspect visuel des membres d'une chorale lorsqu'ils sont regroupés pour chanter. L'exemple de Cardiff abonde dans le sens que l'effet de réalisme procuré par immersion ne saurait dépendre uniquement du nombre de haut-parleurs et que des dispositions doivent être prises dès l'étape de l'enregistrement

pour assurer la cohérence entre « l'entendu en temps réel » et « le donné à entendre par l'intermédiaire du dispositif électroacoustique ».

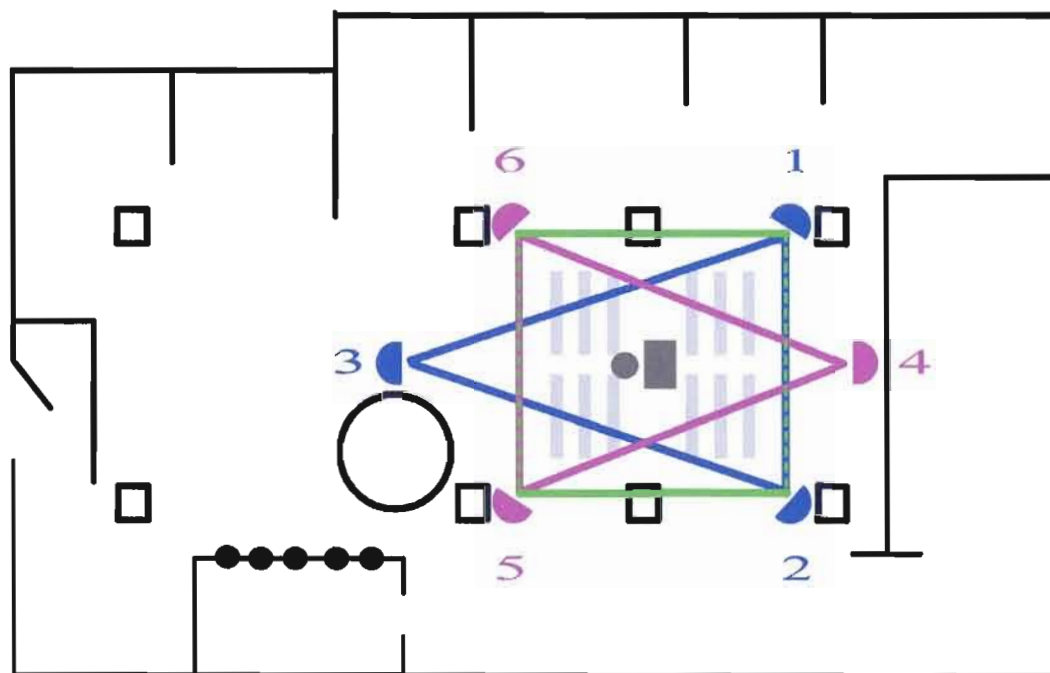


FIG. 1.10: Disposition du système hexaphonique pour la projection d'Ambiophonie urbaine.

Le fil conducteur du scénario écrit pour **CD-05 Ambiophonie urbaine 13 min 35 s** gravite autour des préoccupations écologiques liées à la gestion responsable de l'eau douce. Afin d'illustrer mon propos, la pièce débute par la mise en scène d'une rivière où l'eau vive abonde, et se termine par une goutte d'eau. Les enjeux entourant l'approvisionnement en eau douce concernant l'ensemble de la population mondiale, où que l'on soit, la pièce comprend une séquence à caractère multiethnique. Une troisième séquence composée de sons de synthèse est introduite à 9 min 40 afin de créer une montée dramatique avant que l'eau de la rivière ne se transforme en gouttelettes.

Afin de créer un effet de réalisme procuré par immersion, une attention particulière concernant les dispositions prises pour l'enregistrement de la rivière Windigo ont permis la captation simultanée de quatre points d'écoute. Pour ce faire, le système d'enregistrement multipiste a littéralement été placé dans l'eau ainsi que les trépieds supportant les

microphones placés à des endroits stratégiques comme l'illustre la photographie apparaissant à la figure 4.2 prise au cours d'une session d'enregistrement. Lors de la reproduction en salle de la scène-rivière, j'ai assigné la piste 1 au haut-parleur 1 (avant-gauche), la piste 2 au haut-parleur 2 (avant-droit), la piste 3 au haut-parleur 5 (arrière-droit) et la piste 4 au haut-parleur 6 (arrière-gauche), de façon à ce que j'aie l'impression d'être littéralement dans la rivière au moment de sa projection en salle.

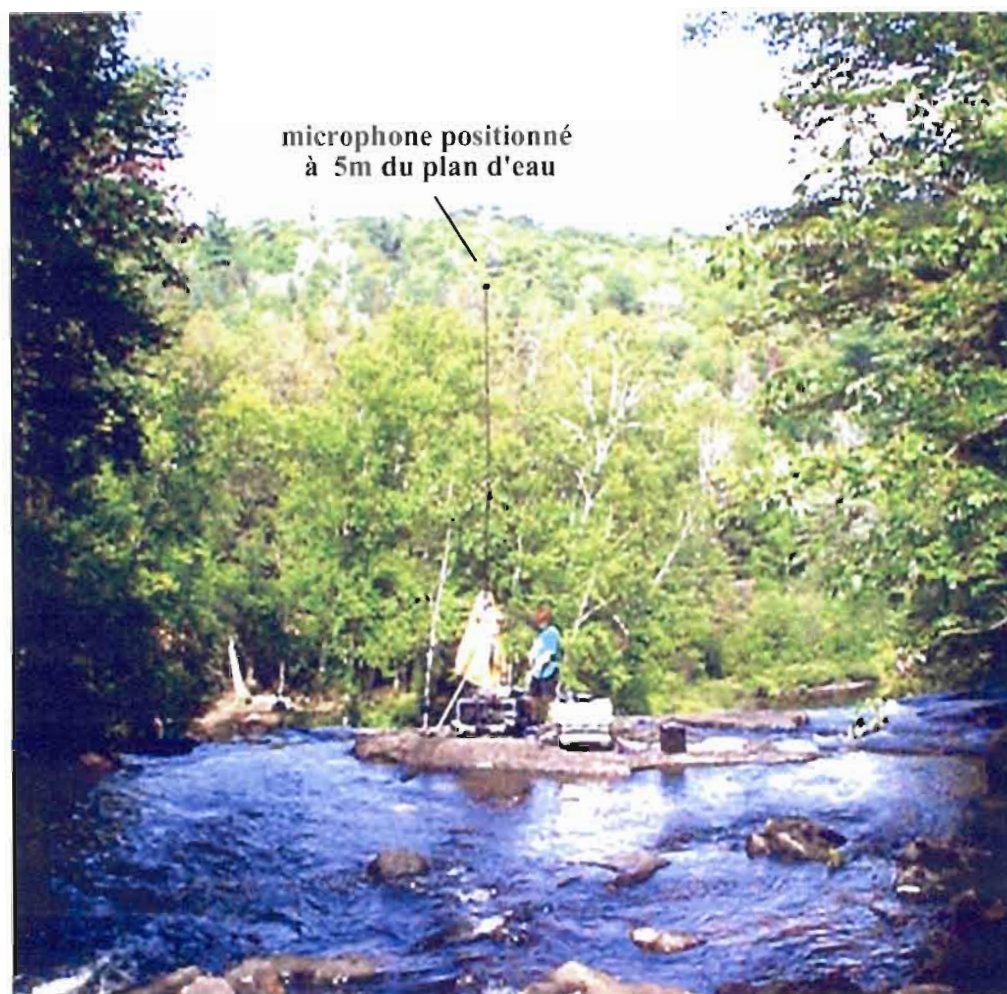


FIG. 1.11: Enregistrement de la station 1 de la rivière Windigo. Photographie reproduite avec la permission de © Maxime Piché.

Rappelons brièvement que la scène de jour et celle de soir de *Blanche-Neige* avaient fait l'objet d'un enregistrement triphonique mais que seulement deux pistes sur trois

avaient été utilisées pour la projection stéréophonique en salle, cette séquence ayant pour fonction de procurer aux spectateurs des indices sur le lieu fictif où se déroule l'action ainsi que de marquer une ellipse temporelle par la juxtaposition des deux scènes. Dans le cas d'*Ambiophonie urbaine*, il s'agit de produire un effet de réalisme par immersion en reproduisant, le plus fidèlement possible, la scène du paysage sonore originel.

Une autre facette de la notion de paysage sonore dans une visée écologique est la dimension sonore des activités socio-culturelles d'une population donnée. À cet égard, *Ambiophonie urbaine* comprend une séquence dont les scènes choisies sont porteuses d'indices sociaux et culturels qui rendent compte du caractère multiethnique de Montréal. Il ne faut cependant pas perdre de vue qu'*Ambiophonie urbaine* a été composée pour une diffusion hexaphonique dans le cadre d'un événement artistique et non pour fin de documentation. C'est dire que la scène originelle de chacune des quatre activités socio-culturelles a été découpée selon les besoins de la scénarisation d'une part et, d'autre part, que le mixage stéréophonique appauvrit considérablement la dimension spatiale de l'œuvre telle que produite en salle. Ceci dit, *Ambiophonie urbaine* comprend quatre scènes socio-culturelles puisées à même la vie quotidienne des gens d'ici. La première a été obtenue par l'enregistrement monophonique d'une instructrice de capoeira jouant du berimbau dans son appartement d'Outremont par une chaude journée d'été et la scène-berimbau a été assignée au haut-parleur 4 (centre-avant). La deuxième scène a été captée en stéréophonie sur la rue St-Urbain lors du passage du défilé annuel de la Communauté portugaise de Montréal ; la scène-défilé a été reproduite en pseudo-quadriphonie par les haut-parleurs 1-2 (avant gauche et droit) et 6-5 (arrière gauche et droit) simulant ainsi un passage bilatéral immersif ; l'assignation des deux autres scènes a été décidée sur place en temps réel. La troisième scène comprend un mélange d'influences musicales produites par des participants à un jam collectif, trait caractéristique de la dimension sonore des tam-tam du Mont-Royal ; et la quatrième est un extrait du spectacle de Tina Turner au Centre Molson de Montréal enregistré alors que j'étais chez moi en lien téléphonique avec une personne sur les lieux du spectacle. Pour cet enregistrement, j'ai dû poser un microphone sur le récepteur téléphonique. Il s'agit de l'unique scène auditive du volet *Création et réalisations artistiques* à avoir transité par voie téléphonique avant d'être enregistrée.

Comme je n'étais pas sur place au moment du spectacle, je n'ai pas l'expérience de la scène originelle comme cela était la situation de toutes les personnes de l'auditoire qui ont écouté *Ambiophonie urbaine*. Cette situation d'écoute particulière est qualifiée d'« acousmatique » et se distingue de la situation de spectacle ou d'exposition, comme

c'était le cas dans *Blanche-Neige, Sens (...)* et *Spin 2-0-0-3*, où les ambiophonies composées prenaient tout leur sens dans le rapport audio/visuel. Cela m'amène à apporter des précisions sur l'usage du mot *acousmatique* dans le domaine artistique à partir de la définition qu'en donnent deux compositeurs de renommée internationale, Michel Chion et Annette Vande Gorne.

1.5.4 L'écoute acousmatique

L'écoute en situation dite *acousmatique*, a été nommée ainsi d'après le « nom donné à un disciple de Pythagore qui écoutait ses leçons, caché derrière un rideau, sans voir son maître[...] » (Rey, 1998, p.29). Le terme *acousmatique*...

[...]a été repris par Pierre Schaeffer (le père de la musique concrète, c'est moi qui souligne) et Jérôme Peignot pour désigner une expérience aujourd'hui très courante, mais assez peu reconnue dans ses conséquences, qui consiste à entendre par la radio, le disque, le téléphone, le magnétophone, etc., des sons dont la cause est invisible. L'écoute *acousmatique* s'oppose à l'écoute *directe*, qui est la situation « naturelle » où les sources des sons sont présentes et visibles. (Chion, 1983, p.18).

À mon avis, l'écoute *acousmatique* ne saurait être l'opposée de l'écoute *directe* ou *naturelle* et il n'y a pas de situations d'écoute *non naturelle* dans l'exemple de Chion. Lorsque j'écoute la radio, un disque ou la voix au bout du fil, la cause du son est bel et bien *directe* et *visible* : le son est produit par l'activité du haut-parleur intégré au radio, au tourne-disque, au récepteur téléphonique, etc. Un autre point de dissonance est que la différence entre la situation d'écoute *naturelle* et la situation d'écoute *non naturelle* ne saurait être définie par rapport au visuel et se situerait plutôt au niveau du système auditif. À mon avis, une situation d'écoute est *naturelle* lorsqu'un auditeur entend par voie *naturelle* et la situation d'écoute est *non naturelle* lorsqu'un auditeur entend par l'intermédiaire d'un implant cochléaire¹⁶, (CI), un dispositif médical électronique/informatique chargé de provoquer des impulsions nerveuses dans la cochlée. **J'estime que l'opposition entre l'écoute *acousmatique* et l'écoute *naturelle* ne saurait dépendre du fait que la source du son soit accessible à la vue ou non, car le cas échéant, les handicapés visuels seraient dépourvus d'une écoute *naturelle*, ce qui n'est absolument pas le cas.**

¹⁶<http://perso.wanadoo.fr/implant.cochleaire/implant/>

Alimentons cette discussion sur l'écoute acousmatique à partir d'une définition se rapportant à l'esthétique de l'art acousmatique, un art dérivé de la musique concrète et écouté dans le noir. Installée à Ohain en Belgique et créée à l'initiative d'Annette Vande Gorne, figure dominante de l'art acousmatique, l'Association Musiques et Recherches offre une définition approfondie de l'écoute acousmatique.

L'écoute acousmatique, en s'affranchissant de l'empire du visuel, libère les images mentales et les formes créatives de notre imaginaire. Les sons acousmatiques, que l'on entend à travers le haut-parleur sans en déceler la cause, sont les éléments de base du vocabulaire de l'art acousmatique et de la musique concrète. Ces sons, appelés « objets sonores », sont en fait des empreintes, des traces qui, organisées et libérées d'une écoute « explicative », peuvent nous faire accéder à l'émotion, à la sensation, à la métaphore... C'est là tout le travail du compositeur. (Page d'accueil du site de l'Association Musiques et Recherches¹⁷, Belgique, 2005).

Ce qui est intéressant dans les propos de la compositrice Annette Vande Gorne, est qu'elle distingue l'écoute acousmatique des *sons acousmatiques* et spécifie que ce sont les sons « que l'on entend à travers le haut-parleur sans en déceler la cause ». Elle qualifie ainsi une catégorie de son dont la nature est différente des sons traditionnellement produits. En cela je suis d'accord. Cependant, la condition exprimée dans sa définition, en l'occurrence « sans en déceler la cause », pose un problème, car cela suggère qu'à partir du moment où l'auditeur peut identifier un son, il n'est plus acousmatique. Je comprends qu'entre les mains des artisans de l'art acousmatique et de la musique concrète, mes scènes auditives subiraient des modifications spectrales substantielles lors du façonnage de l'œuvre, ce qui aurait pour effet de dissoudre le lien causal originel. Comment qualifier alors les sons que l'on entend à travers le haut-parleur et que l'auditoire peut identifier, les sons acousmatiques étant directement associés à l'esthétique de l'art acousmatique ou de la musique concrète alors que la composition ambiophone s'inscrit dans une esthétique de la communication soucieuse de préserver l'authenticité de la scène originelle ?

Donner une seconde vie aux sons enregistrés trouve résonance chez Derrick de Kerckhove lorsqu'il s'exprime, lors d'une entrevue avec le chroniqueur Tim Wilson du *The Journal of Acoustic Ecology* (Wilson, 2002, p.15-17)¹⁸, au sujet de la « seconde tactilité » et de la « seconde auralité » :

Secondary tactility is like secondary aurality. It's supported by electricity

¹⁷<http://www.musiques-recherches.org/acousmatic.php?lng=fr>

¹⁸L'article est disponible en ligne : http://interact.uoregon.edu/MediaLit/wfae/journal/scape_5.pdf

or electrical contraptions and amplified by it, but it is not the direct contact any more than we have a direct contact with our ears. Right now we use sampled sounds, we don't have sounds that come from the natural instrument. And so this is a secondary level.

À la lumière de ces points de vue divers sur l'écoute acousmatique, les sons de haut-parleur et les sons de seconde nature, j'ai jugé de la nécessité de trouver un terme générique pour désigner les sons issus de haut-parleurs, un terme qui soit indépendant de l'usage qu'on en fait, qu'ils soient identifiables ou non, que leur cause soit visible ou non, des sons de nature distincte. J'ai opté pour le terme **média-son** pour désigner les sons dont la source est un haut-parleur. Des précisions complémentaires sur la désignation de ce terme sont exposées au chapitre trois.

Les traits caractéristiques de la composition ambiophone se démarquent donc de la composition d'une ambiophonie par le fait qu'elle engage le processus de création en direction d'une cause écologique, qu'elle accorde une attention particulière à la dimension spatiale des environnements sonores réels et virtuels, et par le fait que l'information visuelle n'est pas essentielle à la compréhension de l'œuvre. Autrement dit, le processus de création s'applique davantage à stimuler la mémoire auditive des auditeurs de façon à ce que les connaissances acquises par l'expérience de la vie quotidienne soient mises à profit dans la compréhension et l'interprétation de ce qui est donné à entendre.

1.6 Représentation spéciale pour un groupe de personnes ayant une déficience visuelle

Étant parvenue à mettre au point un mode d'expression sonore ayant ses caractéristiques propres, la composition ambiophone, il était à mon agenda doctoral de m'engager à l'établissement d'un cadre théorique sur lequel appuyer ma pratique artistique. À cet effet, un événement inattendu est venu dynamiser la réflexion théorico-praticienne envisagée. Voici de quoi il s'agit : quelques jours après l'exécution publique d'*Ambiophonie urbaine*, j'ai reçu l'appel téléphonique d'une intervenante en déficience visuelle me demandant si j'accepterais d'offrir une présentation supplémentaire pour un groupe de personnes ayant une déficience visuelle dont elle avait la responsabilité. J'ai accepté d'emblée et la représentation a eu lieu le lendemain après-midi.

La première question qui m'est venue à l'esprit à la suite de cet appel se rapportait à une question de modalité : comment présenter ma pièce aux membres de ce groupe

partiellement ou complètement privés du sens de la vision ? Puis j'en ai décidé ainsi : à l'heure de la présentation, je me suis adressée au groupe de vive voix, à partir de la console de mixage placée au centre de l'hexagone, avant de procéder à un exercice de localisation auditive à l'aide d'un microphone raccordé au système de projection hexaphonique. Il s'agissait pour eux de pointer en direction du haut-parleur qui reproduisait ma voix que j'assignais à l'un ou l'autre des six haut-parleurs. Entre chaque exercice, je commentais brièvement leur réponse de vive voix afin qu'ils puissent me situer par rapport à eux d'une part et, d'autre part, pour leur faire prendre conscience des six haut-parleurs qui les entouraient. À la suite de cet exercice d'introduction, j'ai procédé à la mise en scène d'*Ambiophonie urbaine*.

La différence d'attitude entre les deux publics était marquante. Le groupe de voyants avait écouté la pièce en silence et de façon homogène alors qu'au contraire, quelques membres du groupe d'handicapés visuels gardaient le silence, d'autres parlaient entre eux alors que certains cherchaient joyeusement et à haute voix à identifier ce qu'ils entendaient. On aurait dit un concours de devinettes. Cette expérience a marqué un point tournant dans mon parcours doctoral, car si je ne m'étais jamais vraiment intéressée à savoir si les auditeurs parvenaient à identifier correctement les scènes auditives faisant partie de mes ambiophonies, les heures de réflexion qui ont suivi cette présentation ont provoqué une prise de conscience sur le potentiel de la composition ambiophone dans la transmission de connaissances sur le monde qui nous entoure, a fortiori pour les personnes privées du sens de la vision. De surcroît, l'intérêt démontré par l'intervenante pour mon art me laissait entrevoir la possibilité d'élargir le champ de la communication et de la créativité, jusqu'alors réservé au domaine artistique, par l'utilisation des technologies et l'application du concept d'ambiophonie dans la création d'une activité de recherche en direction du handicap.

Plusieurs études reconnaissent l'influence de l'aspect culturel et social dans la façon d'écouter et de traiter l'information auditive, (Jarvīluoma, 2002 ; Wagstaff, 2002 ; Augoyard et Torgue, 1994 ; Schafer, 1977), selon le territoire habité (McCartney, 2004¹⁹ ; Waterman, 2002 ; Jarvīluoma, 2000). Barry Blesser et Linda-Ruth Salter vont plus loin en affirmant que les individus regroupés selon qu'ils partagent des intérêts communs, comme c'est le cas des compositeurs par exemple, forment une sous-culture et considèrent les personnes ayant une déficience visuelle comme formant un regroupement social dont les comportements et les attitudes d'écoute se démarquent des autres. "Those blind individuals who orient and navigate a space by listening to objects and geometries form

¹⁹Exposition à la Galerie du canal Lachine, <http://s171907168.onlinehome.us/andrasound/lachine/f/index.php>

another auditory subculture.”. (Blessner et Salter, 2007, p.8).

Cette prise de conscience a suscité le besoin d’engager une réflexion sur la nature et l’espace du son à partir de faits observables dans la vie de tous les jours et tels qu’ils se présentent à l’oreille d’un auditeur, abandonnant ainsi le point de vue du compositeur qui cherche des scènes à enregistrer pour exprimer un scénario inventé pour adopter l’attitude de l’auditeur qui décompose la mixture sonore environnante pour en extraire ce qui est significatif pour lui. **De cette expérience s’est définitivement ancré le premier principe fondamental de l’*Odyssée des médias-son* qui reconnaît l’auditeur comme épiscetre d’un environnement sonore donné et comme communicateur légitime de l’expérience vécue.**

1.7 Premices de l’écologie acoustique

R. Murray Schafer considère que « la révolution la plus importante qu’ait connu l’enseignement de l’esthétique au XX^e siècle fut l’œuvre du Bauhaus » qui, « en rapprochant les beaux arts et l’industrie, *inventa* cette discipline nouvelle qu’est l’esthétique industrielle. ». Schafer prône la nécessité d’une révolution semblable à celle du Bauhaus dans le domaine des sons et souhaite qu’elle s’accomplisse dans le rapprochement des disciplines qui ont un point de vue scientifique et celles qui ont une approche artistique du paysage sonore. Schafer réunit alors les domaines de l’écologie et de l’esthétique acoustique pour former une nouvelle discipline, celle de l’écologie acoustique, et revêt ainsi la notion de « paysage sonore » d’une visée esthétique.

Pour comprendre ce que j’entends par esthétique acoustique, considérons le monde comme une immense composition musicale, qui se déploierait sans cesse devant nous. Nous en sommes à la fois le public, les musiciens et les compositeurs. Quels sons voulons-nous préserver, encourager, multiplier ? Lorsque nous le saurons, les sons gênants ou destructeurs se détacheront suffisamment pour que nous sachions pourquoi il nous faut les éliminer. (Schafer, 1979, 281-282).

L’une des préoccupations des partisans de l’écologie acoustique consiste à déterminer comment tel ou tel environnement sonore peut retrouver un certain équilibre, voire comment on peut l’améliorer. Pour ce faire, les membres fondateurs de ce mouvement écologique ont opté pour une approche éducative et pour l’instauration de pratiques visant à rendre l’ouïe claire dans le but de développer le sens critique de la population

et des nouvelles générations envers la qualité de l'environnement sonore. Parmi ces pratiques éducatives figurent les *SoundWalk*,²⁰ des promenades guidées au cours desquels le public est invité à prendre conscience des sons de l'entourage (McCartney, 2002 ; Westerkamp, 2001 ; Palombini, 2001). Ces promenades, dont le trajet est déterminé d'avance, comprennent un certain nombre de stations où les gens sont invités à écouter les sons qui les entourent les yeux fermés. Le guide pose alors des questions aux participants sur ce qu'ils entendent, les invite à identifier le plus grand nombre de sons possibles, à repérer les sons masquants ou trop bruyants, etc. Ce genre de promenade gagne en popularité et ses méthodes et pratiques sont décrites et disponibles dans Internet à l'adresse inscrite en bas de page. J'ai bénéficié d'un tel atelier pratique dispensé par R. Murray Schafer au cours de mon séjour à Haliburton en 2004 dans le cadre de la *Haliburton Soundscape Retreat*, organisée par l'Association canadienne pour l'écologie sonore. Lors de ma participation aux activités inscrites au programme, j'ai pu expérimenter leurs diverses façons d'aborder le paysage sonore et échanger avec d'autres membres du groupe sur le sujet, m'arrêter pour écouter l'environnement sonore les yeux fermés faisant partie des moyens que j'emploie pour prendre connaissance de l'ensemble des sons qui m'entourent.

Ce type d'activités fait également partie de celles inscrites au programme court de deuxième cycle en *Intervention en déficience visuelle* offert à l'École d'optométrie de l'Université de Montréal²¹. Dans ce cas spécifique, cette pratique a pour objectif d'amener les futurs intervenants du milieu à se mettre dans la peau de l'aveugle qui apprend à se servir d'une canne blanche et de son ouïe pour orienter ses déplacements de façon sécuritaire et acquérir ainsi une certaine autonomie. Dans la situation décrite ci-haut, le terme écologie ne renvoie pas aux valeurs esthétiques d'un environnement sonore donné mais à la qualité des informations susceptibles de favoriser une meilleure compréhension de l'environnement dans lequel nous vivons. Par exemple, les écologistes voyants peuvent considérer que le bruit des automobiles produit de la pollution sonore et prôner des automobiles plus silencieuses. Par contre, le bruit des automobiles est un indicateur d'une très grande importance pour les personnes ayant une déficience visuelle, car sans bruit, ils ne pourraient détecter la présence d'une automobile. Ce qui m'amène à envisager les critères écologiques des scènes auditives en fonction de la richesse des informations sur l'environnement qu'elles véhiculent. L'expérience de la présentation donnée au groupe d'handicapés visuels m'a ouvert des pistes de réflexions jusqu'alors inexplorées. De cette expérience émerge le besoin de rassembler les éléments nécessaires à l'instauration d'un cadre théorique qui recouvre le champ de l'expérience auditive orientée vers les connais-

²⁰<http://cec.concordia.ca/econtact/Soundwalk/> et <http://www.soundwalk.org/>

²¹http://www.inlb.qc.ca/rechercheformation/dv_pes.aspx

sances d'une personne. Par conséquent, mon cadre théorique devra être suffisamment ouvert pour traiter à la fois des connaissances auditives, du son en tant que phénomène physique ayant lieu dans l'entourage d'un auditeur, et des éléments qui entrent en cause dans la production d'un événement sonore.

CHAPITRE II

FONDEMENTS THÉORIQUES DE L'APPROCHE AMBIOPHONE

Le deuxième chapitre engage d'abord une réflexion philosophique sur la nature et l'espace du son. Sa raison d'être est de fournir un cadre théorique à l'**approche ambiophone**. Le chapitre débute par des explications sur la définition dualiste du son : le son en tant que phénomène physique et le son en tant que sensation auditive. À cet effet, une brève incursion dans le monde de la mythologie grecque servira de préambule à la présentation du contexte historique dans lequel se sont profilées les théories sur le son musical à l'époque de l'Antiquité. Le lecteur y trouvera l'essentiel de la pensée sous-jacente aux travaux de Pythagore et d'Aristoxène de Tarente en ce qui a trait aux préoccupations liées à l'espace du son. Un lien direct sera dès lors établi entre ces deux personnages de l'Antiquité et la définition du son selon le point de vue de la théorie classique, représentante de la tradition philosophique sur la nature des sons depuis l'époque de l'acoustique moderne, du XIX^e jusqu'à aujourd'hui. Puis, les prémices de la théorie événementielle mise de l'avant par les philosophes Roberto Casati et Jérôme Dokic dans les années mille neuf cent quatre-vingt dix seront exposées. Les réflexions théorico-praticiennes suscitées par mes expériences de terrain viendront alimenter la discussion. Le caractère interactif et dynamique des éléments qui entrent en cause dans la production du son sera alors mis en évidence ainsi que le lien logique qui s'établit naturellement entre l'auditeur et ce qui entre en cause dans la production d'un événement sonore. Les fondements théoriques de l'approche ambiophone seront ainsi introduits et chacun des éléments à l'origine de la formation du mot « ambiophone » sera explicité.

2.1 La définition du son

Depuis l'époque de l'acoustique moderne qui a connu son apogée au XIX^e siècle avec la publication du livre *A Treatise of Sound* (1877) de Lord Rayleigh, le mot « son » est

défini comme étant soit une sensation auditive provoquée par les perturbations d'un milieu matériel élastique, notamment l'air, soit comme étant le phénomène physique à l'origine de la sensation auditive. Aussi, la consultation des dictionnaires usuels et spécialisés confirme-t-elle la définition dualiste du mot « son » (Rey, 1998¹ ; Poissant, 1997² ; Vignal, 1982³ ; Truax, 1978⁴). Il serait téméraire d'avancer l'hypothèse que l'être humain peut percevoir un son sans qu'il y ait de l'énergie acoustique évoluant dans le milieu l'environnant. Toutefois, on ne peut nier le fait qu'il existe littéralement une écoute intérieure. Il m'apparaît également évident qu'à moins qu'un individu soit dépossédé du sens de l'ouïe ou affligé d'un handicap physique qui l'en empêche, écouter est un moyen sensible de prendre connaissance de ce qui se passe dans son environnement. Autrement dit, l'expérience auditive me permet d'acquérir des connaissances sur le monde qui m'entoure par l'intermédiaire du phénomène physique qui est à l'origine de la sensation auditive. Quel serait alors le « son » au delà du phénomène physique, et au delà de la *sensation* auditive ? C'est à partir de ce questionnement que s'est profilé le canevas de l'approche ambiophone.

2.2 Entrée en matière de la définition dualiste du son

Deux conceptions fondamentales de la musique que l'on retrouve dans la mythologie grecque sous-tendent la définition dualiste du son fournie dans l'ensemble des dictionnaires. Le premier de ces mythes lie la musique à une émotion subjective et le second, à la découverte des propriétés sonores d'un instrument (Schafer, 1979, p.19). Le premier mythe nous parvient des écrits du poète musicien Pindare dans lesquels il raconte que la déesse Athéna inventa l'art de jouer de l'« aulos », inspirée par les pleurs déchirants des sœurs de la Gorgones suite à la décapitation de leur sœur Méduse. C'est alors qu'Athéna, déesse grecque de la Pensée, des Arts, des Sciences et de l'Industrie, créa un « nome⁵ » particulier en leur honneur. Ce mythe lie la musique à l'expression d'une émotion vive et

¹Dictionnaire historique de la langue française Le Robert : Le mot désigne toute sensation auditive créée (selon le concept acoustique moderne) par les perturbations d'un milieu matériel élastique, spécialement l'air, ainsi que le phénomène physique qui est à l'origine de cette sensation.

²Dictionnaire des arts médiatiques : Toute variation de la pression acoustique qui peut être perçue.

³Larousse de la musique : Les sons, dont l'agencement particulier dans le temps constitue l'art musical, n'existent pas en tant que tels ; ils sont dus à des vibrations de l'air, animés de supressions et de dépressions, vibrations que l'oreille recueille et transforme en influx nerveux ; celui-ci est transmis au cerveau, où naît la sensation auditive que nous appelons sons.

⁴Handbook for Acoustic Ecology : Any vibration in the air or other medium, some types of which are able to cause a sensation of hearing.

⁵Terme de musique grecque antique désignant des morceaux instrumentaux ou vocaux, dont le caractère ou les circonstances d'exécution étaient fixés par la tradition. (Jacques Chailly, in *Larousse de la musique*, Éditions Larousse, 1982, p.1099.)

l'« aulos », flûte formée originellement de roseaux et qualifiée d'instrument orgiastique, est traditionnellement associée à Dionysos, dieu de la Vigne, du Vin et de l'Ivresse (Cazenave, 1996, p.197 ; Pavis, 1996, p.24 ; Vignal, 1982, p.80). Le deuxième mythe nous parvient d'Homère, poète de l'Iliade et de l'Odyssée. L'hymne homérique raconte que la lyre aurait été inventée par Hermès, dieu grec guide des voyageurs et patron des marchands, lorsqu'il découvrit que la carapace d'une tortue pouvait être utilisée comme caisse de résonance. Ce mythe lie la musique à la découverte des propriétés sonores d'un objet et la lyre, traditionnellement associée à Apollon, dieu du Soleil et de l'Harmonie, est devenue le symbole de la musique.

L'apollinien est l'art de la mesure et de l'harmonie, de la connaissance de soi et de ses limites [...] Le dionysiaque [...] est voué à l'ivresse, aux forces incontrôlées de l'homme renaissant au printemps, à la nature et à l'individu réconciliés (Pavis, 1996, p.24).

Le mythe apollinien trouvera son point d'ancrage dans la théorie des nombres de l'école pythagoricienne selon laquelle la musique est exacte, mathématique et associée à l'harmonie des sphères. Le mythe dionysiaque s'inscrira dans la philosophie aristotélienne qui voyait dans la musique une imitation des effets psychiques, lui reconnaissait une valeur éthique et estimait très important le rôle qu'elle joue dans l'éducation du citoyen (Kunzmann, Burkard et Wiedmann, 1993, p.47-53).

2.3 Dimensions de la musique et émergence des préoccupations liées à l'espace

2.3.1 Nombres et harmonie

Au VI^e siècle av. J.-C., les découvertes de Pythagore sur la concordance entre la théorie des nombres et les intervalles⁶ consonants⁷ ont amené les philosophes à considérer la musique comme une science menant à la compréhension de l'Univers. Aussi, les recherches expérimentales visant à démontrer les rapports existant entre les mesures et la consonance des sons ont-elles été effectuées tant à l'écoute de vibrations produites à l'aide de cordes et de tuyaux de diverses longueurs, qu'à l'aide d'objets variés choisis en

⁶En musique, le mot *intervalle* réfère à une valeur spatiale pour désigner la distance qui sépare deux sons dans l'espace des hauteurs. Sur la portée musicale, la hauteur des sons est inscrite sur l'axe des ordonnées (vertical) tandis que le rythme est inscrit sur l'axe de l'abscisse (horizontal).

⁷Se dit d'un intervalle qui est ressenti comme agréable à l'oreille (Vignal, 1982, p.379).

fonction de leurs différences de poids, de formes ou de volumes, tel que le démontre la figure 2.1.

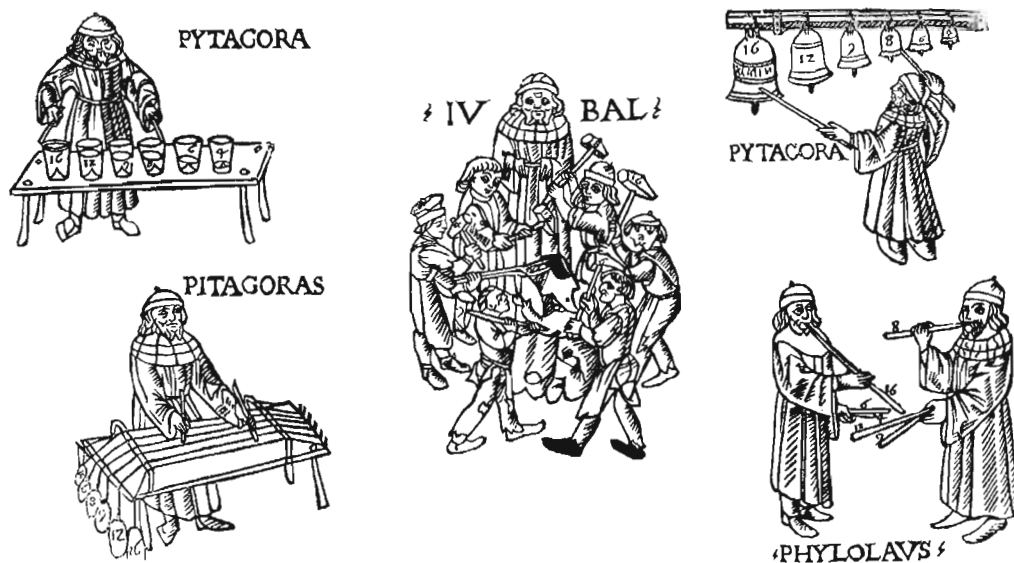


FIG. 2.1: Gravure du XV^e siècle illustrant les recherches pythagoriciennes explorant l'harmonie. (F. Gaffurio, 1492, *Theorica musica*, Milan). Cette image est reproduite avec la permission du © Management Center of Indiana University.

Les résultats découlant de ces expérimentations ci-haut mentionnées ont confirmé l'hypothèse suivante : "The whole number ratios for determining the consonant sounds in a musical scale are either drawn from or are multiples of the numbers in the two progressions of the *Lambda*." (Lawlor, 1982, p.8)⁸. Manifestement, au même titre que la géométrie, l'arithmétique et l'astronomie, la musique servirait à prendre la *mesure* de l'Univers et chacune des notes composant la gamme pythagoricienne correspondrait à un des sept astres connus de l'époque :

La Lune est le ré, Mercure le do, Vénus le si, le Soleil le la, Mars le sol, Jupiter le fa et Saturne le mi. D'après Pythagore, la Terre produit un son, puisqu'elle est en mouvement. Les autres planètes, par leur rotation autour de la Terre, produisent elles aussi un son. Plus la planète est éloignée, plus le mouvement est rapide, plus le son est aigu. Et inversement... (Benardeau et Pineau, 1995, p.75).

⁸ *Philosophy and Practice, Sacred Geometry* de Robert Lawlor constitue une excellente source de référence sur les rapports existants entre la musique, la philosophie et la géométrie.

C'est donc en fonction des proportions numériques qui régissent les consonances et de leurs associations présumées avec les sept astres que s'est élaborée la gamme pythagoricienne, gamme à la base du système musical occidental. Imaginairement, les sons seraient placés sur une ligne verticale dont le prolongement s'étend, en théorie, jusqu'à l'infini. On accorde ainsi une seule dimension à la musique et l'espace musical est celui formé par une ligne droite reliant la Terre à l'Univers. Inspirée par la conception pythagoricienne de l'harmonie des sphères, la gravure de l'alchimiste rosicrucien Robert Fludd (1574-1637) présentée à la figure 2.2 illustre un instrument monocorde dont la caisse de résonance a la forme de la carapace d'une tortue et présente les notes de musique dans le rapport qu'elles entretiennent avec les *planètes* et dont l'harmonie est assurée par une main divine. Quoique le philosophe contemporain François Nicolas affirme que pendant près de deux mille ans, la pensée sur les sons s'est définie en fonction de cette philosophie de la musique (Nicolas, 2000, p.12), de notre point de vue, le principe philosophique d'Aristoxène de Tarente indique une toute autre voie dès le IV^e siècle av. J.-C. en plaçant l'être humain au cœur de sa philosophie.

2.3.2 La nature et le mouvement

Élève d'Aristote, Aristoxène de Tarente (355 - ? av. J.-C.), considéré comme l'un des plus grands théoriciens de la musique de l'Antiquité, fut le premier à réfuter les thèses pythagoriciennes, jusqu'alors hégémoniques. Dans ses ouvrages, *Éléments de l'harmonie* et *Éléments de la rythmique*, Aristoxène de Tarente « donne naissance à une science musicale autonome, délivrée du joug des mathématiques et dotée de principes et d'une méthode à elle propres. » (Bélis, 1986, p.12). Aristoxène dit vouloir en finir avec les arpenteurs d'intervalles qui, sous prétexte de les mesurer, les traitent comme des segments de droite, en géomètres. Il se fait alors le porte-parole d'une approche intuitive stipulant qu'« il n'y a pas de musique en dehors de ce que nous en fait percevoir la sensation » (Bélis, 1986, p.135) et considère la musique comme étant une science de la nature et du mouvement, une science physique : c'est du mouvement naturel que se meut la voix et chaque intervalle musical est l'expression d'une nécessité naturelle. C'est donc sous ce principe philosophique qu'Aristoxène de Tarente innove en introduisant la notion de *lieu* géométrique.

Ce lieu prend forme à la croisée de deux axes notés sur une portée : celui de l'espace sonore, inscrit sur l'axe vertical, et celui du mouvement de la voix, inscrit sur l'axe horizontal. Sa conception de l'espace sonore ne repose pas sur la distance comprise entre

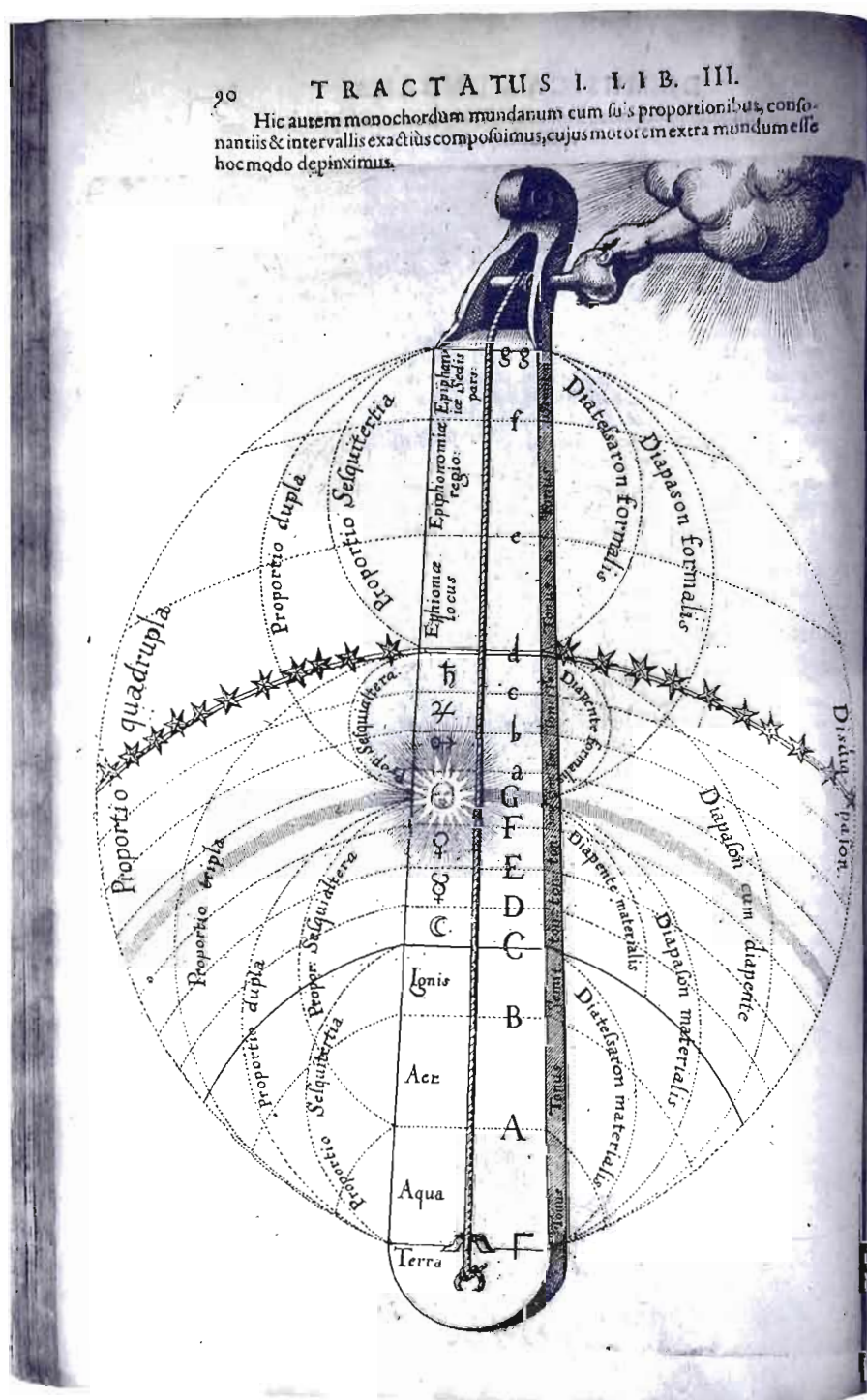


FIG. 2.2: Figure ramenant les éléments du monde à ceux d'un instrument de musique monocorde. (Robert Fludd, 1617, *Tractatus I. LIB. III*). Cette image est reproduite avec la permission du © History of Science Collections of the University of Oklahoma Libraries.

la terre et les planètes mais plutôt sur l'écart maximum entre deux sons, grave et aigu, que peut produire une voix ou un instrument. Par conséquent, l'intervalle est la distance comprise entre deux sons sur l'échelle des hauteurs (axe vertical) et cette distance est délimitée par l'ambitus de la voix ou de l'instrument. En ce qui a trait à l'axe horizontal, « Aristoxène discerne dans la voix deux types de mouvements : un mouvement continu et un mouvement discontinu. Dans le premier cas la voix parle, dans le second elle chante. » (Bélis, 1986, p.134). « Aristoxène de Tarente fait reposer la distinction entre le chant et le langage parlé sur le fait que dans le chant, la voix passe d'une note à une autre, sans jamais faire entendre les sons intermédiaires, tandis que dans la parole, les intonations sont continues » (Bélis, 1999, p.180).

Le mouvement discontinu de la voix chantée est composé de sons tenus et de pauses qui sont considérés comme étant des points de repère stables formant les éléments d'une rythmique. Nature et mouvement s'unissent dès lors en ordonnée et en abscisse pour créer un lieu géométrique, lequel constituera la base de son système musical. En traitant du « corps de l'harmonie » comme d'un être vivant doué de mouvements, Aristoxène allègue que l'harmonie est à la fois le fruit de la nature, puisqu'il n'y a pas de combinaisons d'éléments musicaux qui ne soient en dehors d'une nécessité « physique », et le fruit de l'art du musicien. Ainsi, l'harmonie serait le point de rencontre parfait entre les deux domaines (Bélis, 1986, p.148) et serait fortement dépendante de la qualité du jeu vocal ou instrumental de l'exécutant. Aristoxène de Tarente défend alors la théorie de la gamme naturelle, dite subjective, pour laquelle la série d'harmoniques est le principe générateur. La philosophie de l'école aristotélécienne réunit ainsi les deux éléments essentiels à partir desquels le son est défini selon le concept de l'acoustique moderne : le son en tant que phénomène à la fois physique (valeur objective) et sensible (valeur subjective) (Rey, 1998, p.3559).

Il fallut toutefois attendre jusqu'au XVII^e siècle et la découverte d'une huitième « planète » pour que le son musical soit entièrement délivré de la tutelle divine et ce, pour des raisons bien pratiques : « il n'était pas possible d'ajouter une huitième note à un système si précis. » (Benardeau et Pineau, 1995, p.75). C'est donc à partir de la découverte de Neptune par Galilée, en 1619, que les fondements de la théorie classique sur la nature des sons seront progressivement établis. À cet effet, les avancées scientifiques réalisées au cours du XVII^e siècle et menant à la compréhension des phénomènes acoustiques sont nombreuses : Galilée (1564-1642) et l'abbé Marin Mersenne (1588-1648) établissent les rapports entre la fréquence, la masse et la longueur des cordes vibrantes ; Athanasius Kircher (1602-1680) publie en 1673 son *Nouveau traité de l'énergie phonique*

ou *Traité de l'écho* ; Huygens (1629-1695) et Newton (1642-1727) posent les fondements de la théorie ondulatoire selon laquelle le son se propage par vibrations longitudinales. Ainsi, grâce à la poursuite des travaux scientifiques sur la mécanique des cordes vibrantes et aux expérimentations relatives aux phénomènes physiques tels que la nature, la formation, la propagation des ondes et les lois qui les régissent, l'acoustique, jusque là comprise dans l'art musical, devient au XVIII^e siècle une science autonome. L'acoustique sera désormais une branche de la physique qui se donnera pour objet l'étude des phénomènes sonores. Au XIX^e siècle, le traité d'acoustique de Lord Rayleigh⁹, intitulé *A Treatise of Sound* (1877), fait autorité dans le domaine de la physique et marque l'apogée de l'étude théorique de l'acoustique.

Par ailleurs, la thèse des qualités premières et des qualités secondes sera reprise au XVII^e siècle par l'empiriste anglais John Locke (1632-1704) à qui l'on doit la distinction suivante : « Les qualités premières présentent la nécessité que l'on exige d'un savoir scientifique, à l'inverse des qualités secondes qui sont purement subjectives. » (Kunzmann, Burkard et Wiedmann, 1993, p.119). D'une part, le phénomène physique qui est à l'origine de la sensation auditive est déterminé par les qualités dites premières et son étude relève du domaine de l'acoustique. Les qualités premières possèdent des valeurs paramétrables qui sont quantifiables et objectives, tels l'amplitude, la fréquence et le temps, et l'ensemble de ces valeurs détermine le contenu spectral d'un son. D'autre part, la sensation auditive procurée par les vibrations ou perturbations du milieu est déterminée par les qualités dites secondes, telles l'intensité, la hauteur et la durée, dont l'ensemble détermine le timbre d'une voix ou d'un instrument. Les valeurs accordées à la sensation auditive sont dépendantes du sujet percevant et donc qualitatives. La distinction alléguée par Locke entre les qualités premières (objectives) et les qualités secondes (subjectives) se retrouve ainsi au cœur de la théorie classique sur la nature du son, de quoi satisfaire à la fois les apolliniens et les dionysiaques. Un domaine de recherche visant à établir des rapports entre les valeurs objectives de l'acoustique physique et les valeurs subjectives de la sensation auditive prendra naissance dans la première moitié du XX^e siècle, il s'agit de la psychoacoustique. Branche de la psychophysique¹⁰, la psychoacoustique étudie le sens de l'ouïe, définit, qualifie et quantifie les sensations sonores, en les mettant en relation avec les *stimuli* qui les provoquent (Gariépy, 1990, p.13).

⁹Prix Nobel de la physique en 1904.

¹⁰Fondée par le physiologiste Ernst Heinrich Weber (1795-1878) et son collègue Gustav Theodor Fechner (1801-1887), la psychophysique se propose d'étudier quantitativement les variations entre les excitants (lumineux, tactiles, etc.) et les sensations perçues par le sujet.

2.4 Les théories sur le son

2.4.1 La théorie classique sur la nature du son

Selon le concept de l'acoustique moderne, le mot « son » désigne soit le phénomène physique qui est à l'origine de la sensation auditive ou toute sensation auditive créée par les perturbations d'un milieu matériel élastique, et se propage sous la forme d'ondes. L'exemple classique pour illustrer le son se propageant dans l'air est celui de l'effet visuel produit par un caillou lancé dans l'eau. Au moment de l'impact, le caillou perturbera le milieu aquatique et ce dernier réagira en produisant des cercles concentriques sans cesse grandissants, jusqu'à l'épuisement total de l'énergie initiale. L'analogie auditive rapportée par Léonard de Vinci (1452-1519) suite à l'observation du phénomène de l'écho est éloquente « la note se reproduit à des distances déterminées, à intervalles¹¹ réguliers, en s'affaiblissant petit à petit, uniformément, telle la vague qui s'étend sur la mer en formant des cercles concentriques » (Vinci, 1942, p.276). Cette façon d'imaginer la propagation du son n'est pas sans rappeler la théorie atomiste de Leucippe de Milet (vers 460-370 avant notre ère), selon laquelle les atomes se déplacent mécaniquement par pression et chocs mutuels, c'est-à-dire de proche en proche par pressions et dépressions du milieu (Kunzmann, Burkard et Wiedmann, 1993, p.31). À la manière de l'exemple décrit ci-dessus, si je frappe avec un maillet sur la peau d'un tambour, le son ainsi produit se propagera en formant des cercles concentriques sans cesse grandissants et, l'onde acoustique couvrant une surface de plus en plus grande, l'amplitude du son (qualité première) diminuera au fur et à mesure que les vibrations acoustiques s'éloigneront de leur point d'origine.

En résumé, la théorie classique désigne le son comme étant soit le phénomène physique à l'origine de la sensation auditive, soit la sensation auditive provoquée par le phénomène physique. Les qualités dites *premières* sont objectives et concernent l'acoustique, branche de la physique qui se donne pour objet l'étude des phénomènes sonores, tandis que les qualités dites *secondes* sont subjectives et concernent le domaine de la perception. La théorie classique soutient également que le son se propage de la source émettrice vers le sujet percevant sous la forme d'ondes créées par pression et dépression du milieu.

¹¹Il s'agit ici d'intervalles de temps et non d'intervalles de hauteur comme c'est le cas dans le langage musical.

2.4.2 La théorie événementielle sur la nature du son

Si le son a longtemps été étudié en raison de sa musicalité consonante, la philosophie de la perception a longtemps été sous l'emprise du modèle visuel. « [...]il ne faut croire véritablement qu'à ce que l'on voit. » Ce primat de la vision sera une constante tout au long de l'histoire de la philosophie, et nous le retrouverons aussi bien dans le cartésianisme que chez Kant, voire chez Spencer. » (Tinoco, 1997, p.117). Pourtant, selon cette croyance, un aveugle ne saurait rien et son témoignage serait, en toute circonstance, invalide !

Dans leur livre intitulé *La philosophie du son* publié en 1994, les philosophes Casati et Dokic proposent d'apporter un modeste correctif à une telle hégémonie en posant les jalons de la théorie événementielle, théorie qui remet en question la nature même du son selon la théorie classique. Adoptant une approche physicaliste minimaliste, la théorie événementielle stipule que les sons ne sont pas des qualités d'objets, non plus des qualités sensorielles, qu'ils existent même en l'absence d'un milieu de propagation et même en l'absence d'un sujet percevant. Selon ces deux philosophes, « les sons ne sont pas des qualités des objets, mais des *événements* qui intéressent des entités résonnantes », la matière dont l'objet est composé » (Casati et Dokic, 1994, p.7-8). Ainsi donc, l'événement *son* a lieu dans la matière dont l'objet est composé et est indépendant du milieu de propagation. L'espace circonscrivant l'objet est alors considéré comme un milieu offrant de l'information sur le son – le milieu des ondes sonores – et ces informations concernent la matière dont est fait l'objet résonant, sa structure ainsi que la place qu'il occupe dans l'espace. La figure 2.3 offre un aperçu de la théorie événementiel.

Chacun sait à quoi ressemble l'audition d'un son qui se rapproche de lui : nous pouvons nous représenter un chien aboyant qui s'approche de nous : l'aboïement s'approche de nous du même coup. La locomotive arrive en sifflant : le sifflement s'approche de nous du même coup. Donc, l'expérience auditive a le pouvoir de se représenter les sons, de représenter le mouvement, et de représenter les sons en mouvement (en ce sens). De quoi d'autre aurait-elle besoin pour représenter acoustiquement la provenance ? Or il est clair que le son des cloches dans une tour, et celui du coup de feu dans la forêt, ne sont pas représentés auditivement en termes de provenance, au même sens où l'aboïement et le sifflement le sont. « Provenir a une application physique correcte dans le cas des ondes sonores, mais n'a aucune application phénoménologique dans le cas des sons ». (Casati et Dokic, 1994, p.54).

Aussi, le caractère spatial de l'événement sonore nous informe-t-il de la présence, de la localisation et des propriétés d'une région de l'espace en la présentant comme située

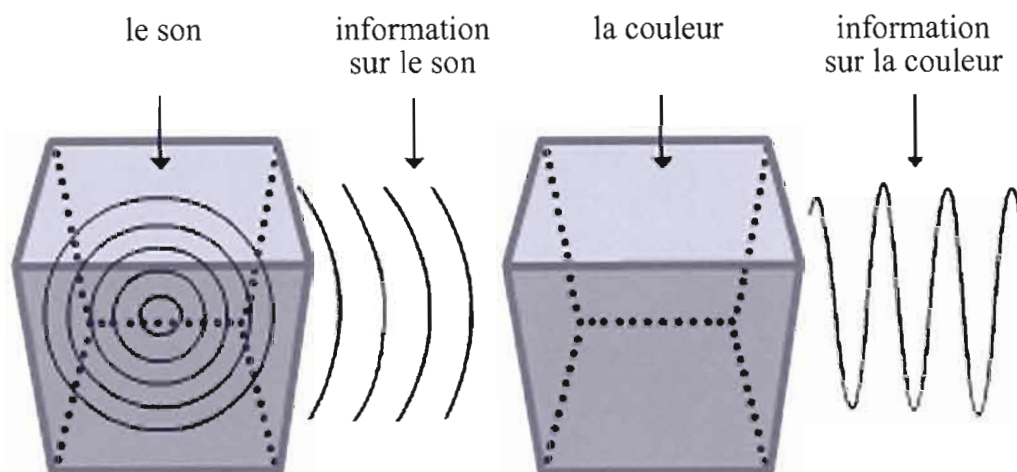


FIG. 2.3: Pastiche du schéma de R. Casati et J. Dokic présenté dans *La philosophie du son*. (Casati et Dokic, 1994, p.53).

et orientée par rapport à un auditeur. Autrement dit, c'est par l'intermédiaire des ondes dans le milieu que les informations sur l'événement qui a lieu se prêtent à l'exercice d'observation. Ce que la théorie ambiophone retient de la théorie événementielle est qu'elle prend en considération ce qui entre en cause dans la production des ondes sonores et que décrire un événement sonore qui a lieu, tel celui du sifflement de la locomotive qui arrive, revient à décrire une scène auditive dans le sens théâtral du terme, tel qu'exploité lors de mes travaux de recherche-crédation.

2.4.3 Argumentaire sur les théories classique et événementielle

La définition du son selon la théorie classique n'offre pas d'indication sur les éléments qui entrent en cause dans sa production. Mais dans la vie de tous les jours, ne faut-il pas que le train entre en gare, que l'eau coule, dégoutte, que la machinerie soit activée pour avoir accès aux données physiques du son ? Quant à la théorie événementielle, prétendre à l'existence du son même en l'absence du milieu informationnel et d'un sujet percevant revient à dire que tout est *son* puisque la matière n'est jamais au repos à l'échelle microscopique. Ainsi, un événement *son* aurait toujours lieu, tout le temps, même si ses caractéristiques physiques n'atteignent pas les seuils de l'audibilité. Sous quelle échelle d'estimation alors, la *matière* est-elle *son* ?

Je mets de côté l'idée que le son est dans la matière dont l'objet est composé, ce

qui ne peut satisfaire les exigences de l'approche ambiophone, car le simple fait d'exister ne remplit pas les conditions nécessaires à l'acquisition de connaissances auditives sur l'environnement dans lequel nous vivons. La théorie ambiophone allègue qu'un événement produisant des ondes sonores naît d'un processus dynamique impliquant divers éléments et que la connaissance de ces divers éléments joue un rôle essentiel dans l'identification et la compréhension d'une scène auditive à validité écologique.

Si j'entends la soprano chanter, c'est que l'événement *soprano* produit des ondes sonores dans le milieu, lesquelles stimulent mon système auditif par l'intermédiaire duquel je prends connaissance de l'événement *soprano*.

Si l'événement *soprano* (*a*) produit des *ondes sonores* évoluant dans le milieu (*b*) ; et que ces *ondes sonores* évoluant dans le milieu (*b*) donnent lieu à une *expérience auditive* (*c*) ; l'événement *soprano* (*a*) est à la source de l'*expérience auditive* (*c*). Par conséquent, (*a*), l'événement, (*b*), les ondes sonores et (*c*), l'auditeur, entretiennent une relation causaliste.

Dans cet ordre d'idées, si je demande à l'auditeur ce qu'il écoute, il est plausible que sa réponse soit : la voix du soprano ou le nom de la personne qui chante. Il pourrait aussi répondre : Mozart, ou encore : Les noces de Figaro[...]. Le cas échéant, on peut affirmer que (*c*), (*a*) et (*b*) entretiennent une relation dynamique rétroactive, la réponse de l'auditeur renvoyant à la cause au fur et à mesure des informations entrantes. Il ressort de cet exemple que l'auditeur est intéressé par ce qui entre en cause dans la production d'un événement sonore et que c'est par le milieu entourant sa production qu'il en prend connaissance.

Par ailleurs, si le son existe même en l'absence d'un milieu de propagation comme l'avance la théorie événementielle, l'enregistrement du son, en tant qu'événement, est pratiquement impossible. On objectera que ce qui se prête à l'enregistrement via le milieu des ondes sont des informations sur le son et qu'elles concernent principalement la matière dont l'objet est composé, sa structure et la place qu'il occupe dans l'espace. La théorie événementielle pose dès lors le problème du « haut-parleur » à la théorie ambiophone, car les informations sur le son produit par le haut-parleur n'ont pratiquement rien à voir avec la matière dont il est composé, non plus avec sa structure ou sa forme. Si le poste radiophonique est ouvert et qu'on me demande ce que j'écoute, je ne répondrai sûrement pas « j'écoute un haut-parleur ». Je répondrai possiblement que j'écoute de la musique, tel commentateur ou telle émission, et ma réponse ira bien au delà du transducteur électroacoustique qu'est le haut-parleur malgré le fait que je sois en sa présence, qu'il

s'offre à ma vue, qu'il soit localisable et même que je puisse le toucher. Par conséquent, les ondes sonores produites par un système de son revêt un statut particulier qui a fait l'objet d'une discussion au chapitre premier, notamment au sujet du son « acousmatique », et qu'il importe d'approfondir, ce qui sera fait au chapitre trois alors que la nature des médias-son sera à l'étude.



FIG. 2.4: Sonagramme du nom « Claire », du mot « clerc » et de l'adjectif « clair ».

Telle que le démontre la figure 2.4, autant ce qui est entendu par l'intermédiaire d'un haut-parleur ne renvoie pas au haut-parleur en soi, autant l'analyse visuelle d'un sonagramme ne renvoie pas au sens du mot enregistré. Même dans le cas d'une audiovison exercée, le décryptage d'un sonagramme n'est que partiel, car il illustre les composantes physiques du *signal audio* et non son contenu sémantique. Par conséquent, le même sonagramme peut prendre différentes significations selon l'interprétation que l'on en fait.

2.4.4 La théorie ambiophone

2.4.4.1 Assise première de la théorie ambiophone

En regard de l'approche ambiophone, l'essentiel de la théorie événementielle est qu'elle introduit la notion d'*événement* qui a lieu dans la matière dont l'objet est composé d'une part, et, d'autre part, que les *ondes sonores* véhiculent des informations sur cet

événement. Quant à la théorie classique, l'essentiel est que le son est composé d'*ondes* dont la fréquence et l'amplitude sont telles qu'elles procurent une *sensation auditive*. De façon simplifiée, la figure 2.5 dispose les éléments fondamentaux de la définition du son selon les théories classique et événementielle de façon à pouvoir observer leur complémentarité.

Le raisonnement qui a mené à l'énoncé de la première assise de la théorie ambio-phone est donc le suivant : étant donné que les ondes sonores en activité dans le milieu sont vraisemblablement les mêmes qu'elles soient considérées comme étant le *son* ou de l'*information sur le son*, j'ai fait abstraction de la différence de point de vue sur la définition du son pour retenir le fait que ces deux positions théoriques reconnaissent l'existence d'un espace commun, le milieu des ondes sonores. Suivant le modèle épicentral, le milieu des ondes sonores étant à l'extérieur du corps humain, je lui ai attribué l'appellation d'*espace externe*. J'ai ensuite donné un corps à la sensation auditive et, le corps de l'être humain étant ce par quoi il prend connaissance de ce qui se passe dans l'espace externe, j'ai considéré le corps de l'être humain comme étant l'*espace du savoir*, le siège de la connaissance. Par ce corps, je prends connaissance de quoi ? D'un événement qui a lieu dans l'espace externe. L'événement étant ce par quoi les ondes sonores prennent naissance, j'ai attribué l'appellation d'*événement sonore* aux éléments qui entrent en cause dans la production des ondes.

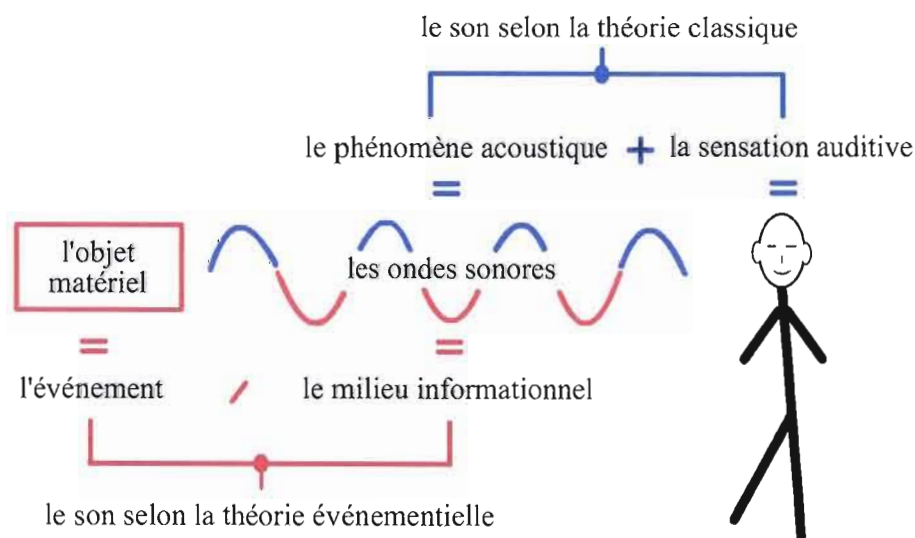


FIG. 2.5: Complémentarité des théories classique et événementielle.

Par ailleurs, on peut bien débattre pendant des siècles à savoir s'il y a *son* ou non dans la forêt quand un arbre tombe et qu'il n'y a personne pour l'entendre : je ne rouvrirai pas le débat entre les philosophes et les physiciens du XIX^e siècle sur la nature du son. Néanmoins, lorsque je pense, il y a *son* dans ma tête sans que mon ouïe soit stimulée par les ondes sonores correspondantes ; lorsque je lis une partition musicale, il y a *musique* dans ma tête et c'est par la vue que j'y accède ; lorsque je dors, le signal d'alarme me réveille et c'est par les ondes sonores que je prends connaissance du danger. Aussi, les réflexions suscitées par l'observation de simples faits de la vie quotidienne mèneront à la formation d'un cadre théorique qui permet d'appréhender les connaissances auditives d'un être humain à l'écoute de l'environnement.

Pour ce faire, j'ai établi un cadre théorique comprenant trois sections solidaires ne pouvant être définies que les unes par rapport aux autres et en fonction de la place qu'elles occupent au sein de l'ensemble. Chacune des sections, définies ci-après, est représentée par une composante du néologisme *ambiophone*, l'élément *am* représente les éléments qui entrent en cause dans la production d'un événement sonore, l'élément *bio*, représente le corps de l'être humain comme étant le siège de la connaissance, et l'élément *phônê* représente les ondes sonores évoluant dans l'espace externe. La théorie ambiophone fixe de plus trois points de transduction déterminés par l'interaction coordonnée des sections adjacentes : les points *sensation*, *événement* et *idéation* tel qu'illustré par la 2.6 du schéma de la théorie ambiophone.

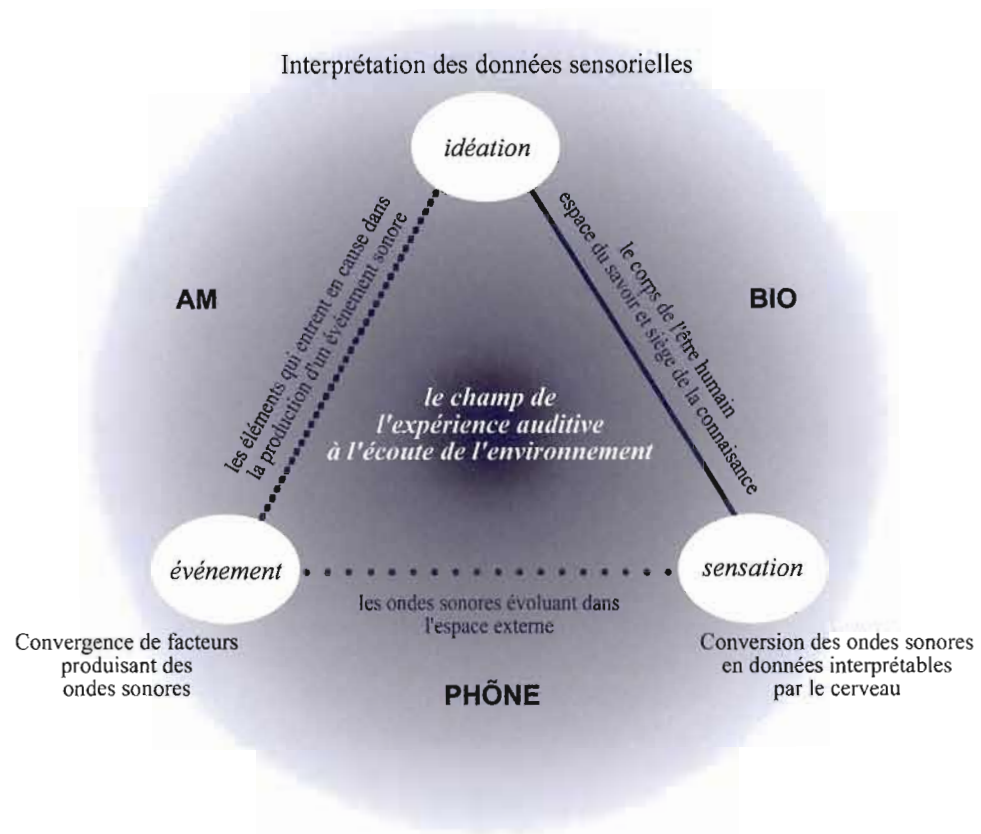


FIG. 2.6: Schéma de la théorie ambiophone.

Les éléments qui entrent en cause dans la production d'un événement sonore concernent la nature même du son ¹², ce qui le fait naître, et la figure 2.7 offre trois exemples, et ils sont représentés par la préposition latine *am* qui signifie « double ; des deux côtés ; tous les deux » et « tout autour ». Le *am* caractérise le fait que ces éléments se font entendre soit de façon effective par l'intermédiaire des ondes sonores : j'entends la pluie tomber sur le toit de la véranda ; soit par le biais de d'autres modalités sensorielles : j'entends dans ma tête les bruitages graphiques inscrits sur la bande dessinée par exemple. Par ailleurs, la théorie ambiophone reconnaît deux principaux types d'éléments qui entrent en cause dans la production du son : les *traditionnels* et les *médias*. Les premiers existent depuis toujours, les deuxièmes sont nés des technologies électroacoustiques.

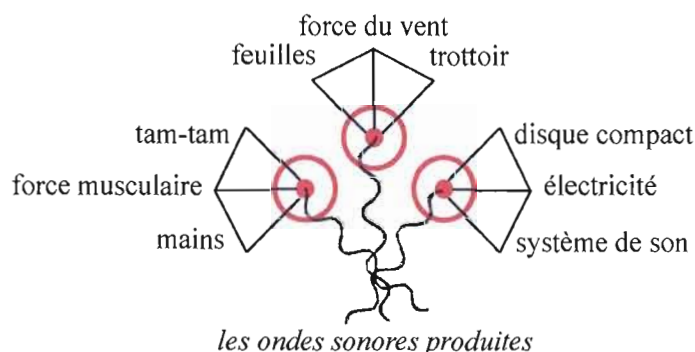


FIG. 2.7: Éléments qui entrent en cause dans la production d'un événement sonore.

Le corps de l'être humain en tant qu'espace du savoir et siège de la connaissance est représenté par l'élément grec *bio* qui, réuni à l'élément *-logos*, a formé le mot « biologie » dont l'idée initiale s'appliquait à la « science des êtres vivants », auparavant nommée *physiologie générale*. Le corps de l'être humain est considéré comme une unité organique constituée par le partenariat corps-cerveau. Donc, la connaissance auditive est dépendante d'un organisme biologique sensible à la réalité physique du monde extérieur et l'approche ambiophone considère le corps de l'être humain comme un système adaptatif et évolutif dont les capacités actives de recherche d'information s'emploient à détecter, identifier, localiser et comprendre ce qui l'interpelle.

L'espace externe, représenté en bleu à la figure 2.8, est le milieu des ondes sonores

¹²Dans tout le texte subséquent, le mot « son » désigne le phénomène physique à l'origine de la sensation auditive.

au contact desquelles l'être humain prend connaissance de ce qui entre en cause dans la production d'un événement sonore. L'espace externe est représenté par l'élément *phone*, formé par dérivation du radical de *phônê*, « son de la voix », « cri des animaux », « son » en général, « langage », « phrase, parole » (Rey, 1998, p.2709). L'espace externe révèle à la fois des informations sur l'événement sonore en tant que tel et sur l'espace entourant sa production. Dans le cas d'un enregistrement pratiqué en chambre anéchoïque par exemple, les informations sur l'espace environnant sont réduites au minimum, car l'événement sonore a lieu dans un endroit isolé et insonorisé. Au contraire, les informations obtenues par un enregistrement pratiqué sur le terrain sont bien souvent abondantes, car il reproduit l'ensemble des événements sonores qui ont lieu dans l'environnement du ou des microphones.

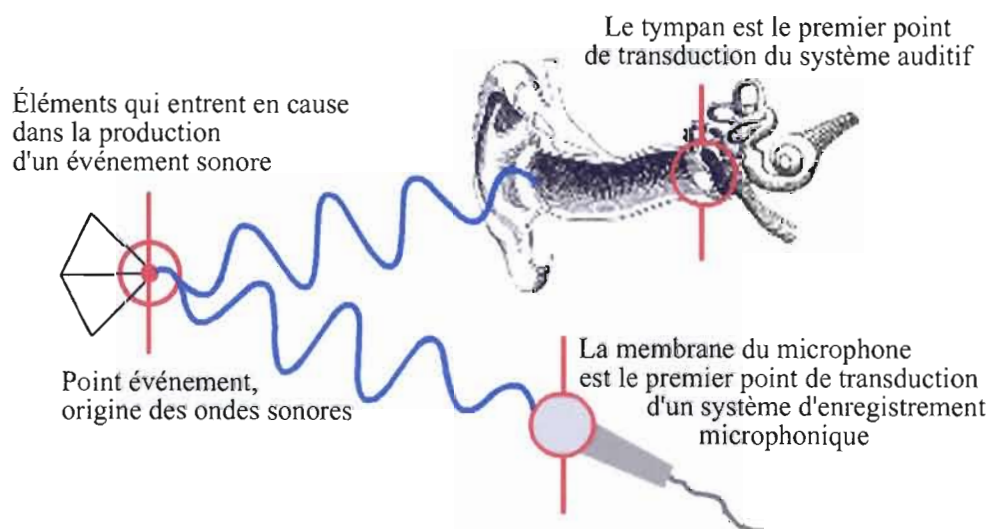


FIG. 2.8: L'espace externe.

2.4.4.2 Notions d'émergence

Le passage de l'une à l'autre des trois sections du cadre théorique de l'approche ambiophone est marqué par trois points de transduction, les points événement, sensation et idéation. Lorsque des éléments de l'espace externe sont activés par une force suffisamment grande pour provoquer un événement « sonore », c'est que des ondes acoustiques ont pris forme dans l'espace externe et ce passage d'un état à l'autre est marqué par le

point *événement*. Le point *sensation* assure la transduction des ondes sonores en données interprétables par le cerveau. Lorsqu'un être humain entre en contact avec les ondes sonores évoluant dans l'espace externe, le système auditif se charge de les convertir en données interprétables par le cerveau. Le point *idéation* permet à l'être humain de prendre connaissance des éléments qui entrent en cause dans l'événement sonore produit. « Le cerveau existe dans un corps, le corps existe dans le monde, et l'organisme agit, bouge, chasse, se reproduit, rêve, imagine. Et c'est de cette activité permanente qu'émergent le sens de son monde et des choses. » (Varela, 1998, p.109-112). Toutefois, un événement peut se manifester à l'esprit sans nécessairement transiter par les ondes sonores évoluant dans l'espace externe, donc sans écoute effective, comme c'est le cas lorsque mon morceau de musique préféré se fait entendre dans ma tête. En outre, la phonognèse peut s'activer indépendamment de ma volonté, par exemple, lorsqu'une situation troublante vient me hanter. La phonognèse peut également être provoquée par un autre sens comme c'est le cas lorsque j'écris une lettre et que ma parole intérieure précède l'écriture. Dans les trois situations données en exemple, les connaissances auditives de l'être humain et les éléments qui entrent en cause dans la production d'un événement entretiennent une relation privilégiée : « Il y a donc dans la perception un paradoxe de l'immanence et de la transcendance. Immanence, puisque le perçu ne saurait être étranger à celui qui perçoit ; transcendance, puisqu'il comporte toujours un au-delà de ce qui est actuellement donné. » (Merleau-Ponty, 1996, p.49).

2.4.4.3 Notions d'interaction

L'interactivité trouve des représentations remarquables dans le champ de l'expérience auditive. Aussi, les pages suivantes s'appliquent à mettre en lumière le caractère interactif d'un événement sonore du point de vue de l'approche ambiophone par la description d'un phénomène physique bien connu de la population en général puis par la démonstration d'une expérience pratique facilement reproductible.

Prenons l'exemple d'un événement sonore qui aurait très bien pu servir de scène auditive dans la composition d'une ambiophonie, celui du tonnerre qui gronde. Lorsque j'entends le tonnerre gronder, c'est que les éléments positifs et négatifs de la matière composant les nuages entrent en interaction de façon telle que cela provoque une puissante décharge électrique qui perturbe le milieu environnant. Les ondes sonores ainsi produites se propagent de proche en proche puis entrent en contact avec mon corps. Mon système auditif réagit alors aux ondes sonores évoluant dans l'espace externe et les transforme

en données interprétables par le cerveau. J'acquiers ainsi des connaissances sur la réalité extérieure, un savoir qui a trait à la nature du son et au contexte environnemental dans lequel a lieu l'événement.

Dans le cas des phénomènes naturels, la force physique ou, si l'on préfère, l'agent actif qui dynamise l'interaction des éléments de la matière entre eux, relève de diverses causes : l'accumulation de charge électrique, les conditions météorologiques, l'attraction terrestre, etc. Il y a aussi des événements sonores qui, pour atteindre le seuil d'audibilité, nécessitent l'intervention d'un être humain. Dans ce cas, l'être humain doit provoquer l'interaction des éléments de la matière en cause de façon telle qu'elle soit perceptible, comme c'est le cas dans l'expérience suivante.

À des fins de démonstration, que l'on tente cette expérience pour laquelle l'agent actif est le souffle :

1. Placer la paume de la main à environ 2 cm de la bouche puis souffler le plus doucement possible : que s'est-il passé ? On a probablement ressenti l'air des poumons caresser la paume de la main, on a peut-être également ressenti une certaine chaleur mais qu'a-t-on entendu ? Rien¹³. Les poumons ont déplacé de l'air c'est tout. La matière, en l'occurrence l'air, a été mise en mouvement ; on a d'ailleurs ressenti cette activité de la matière par le sens du toucher, mais le système auditif est demeuré plutôt insensible à l'action des poumons sur l'air qu'ils contiennent.
2. Replacer maintenant la paume de la main à environ 2 cm de la bouche puis souffler progressivement du très doucement au très fort. Que pouvez-vous constater ?

À un moment donné, vous avez entendu le son de votre souffle. C'est à cet instant précis que l'interaction entre l'air provenant des poumons et l'appareil phonatoire (contenant entre autres des cavités de résonance) est devenue audible et, par conséquent, que le seuil d'audibilité a été franchi. On a soufflé avec une force suffisante pour provoquer la formation d'ondes sonores dont la fréquence et l'amplitude sont telles qu'elles ont mis en branle le système auditif. De plus, on constate qu'une fois le seuil d'audibilité atteint, plus on souffle fort et plus l'intensité perçue augmente. Cette expérimentation pratique permet de constater que les éléments qui entrent en cause dans la production d'un événement sonore nécessitent l'intervention d'un agent actif qui se traduit dans le cas présent par la force physique grâce à laquelle le souffle est devenu perceptible.

Dans un autre ordre d'idée, je remets en question le raisonnement de Casati et Dokic,

¹³Si un son est entendu, que l'on recommence en soufflant moins fort.

à qui l'on doit la théorie événementielle, sur une analogie entre des images et des sons dont voici l'essentiel :

Dans le tableau, Marie fait deux mètres de hauteur

Dans le tableau, Marie fait deux centimètres de hauteur

Ces deux phrases ne sont pas forcément contradictoires. La première parle de *Marie dans l'image* ; elle est représentée comme faisant deux mètres. La seconde parle de *l'image de Marie*, et cette image fait deux centimètres. Nous suggérons qu'une distinction similaire peut avoir une application dans le cas du son. Ainsi, il peut n'y avoir aucune contradiction entre les deux phrases suivantes :

Au téléphone, Marie parlait doucement

Au téléphone, Marie parlait fort

Supposons par exemple que la ligne soit perturbée et que le signal soit faible. Dans ce cas, il est possible d'affirmer que l'auditeur a une image acoustique faible d'un événement bruyant, Marie qui hausse la voix (Casati et Dokic, 1994, p.69).

Le point de vue de la théorie ambiophone au sujet de la situation rapportée ci-haut est que dans l'exemple de l'image, deux interprétations sont présentées pour un même tableau : je considère la hauteur que Marie fait dans l'image d'une part, et je projette l'image de Marie dans le réel d'autre part. Or dans l'exemple de la voix, chacun des tableaux présentés porte un sens différent amené par le niveau d'interaction des éléments en cause. À mon avis, il serait raisonnable de chercher à comprendre pourquoi Marie parle-t-elle fort et pourquoi Marie parle-t-elle doucement alors qu'il serait plutôt incongru de chercher à comprendre pourquoi Marie fait deux centimètres de hauteur sur la photo au lieu de deux mètres ! Par ailleurs, augmenter l'intensité du signal n'équivaut pas à *hausser la voix*, hausser la voix équivaut plutôt à « parler plus fort » et augmenter le signal à *monter le volume*. Ces phrases de Casati et Dokic n'entrent peut-être pas en contradiction, cependant, l'explication de l'analogie ne me semble pas concluante du moins dans les limites du contexte dans lequel elles sont présentées.

2.4.4.4 Notion d'hybridité

Admettons que l'on soit assis dans une pièce et que sur la table se trouvent une caisse claire et une paire de baguettes. Une des baguettes a le bout en bois et l'autre a le bout feutré. Dirait-on, en les regardant, qu'elles produisent du son ?

Et si l'on frappait la peau de la caisse claire avec la baguette qui a le bout en bois. Dirait-on qu'il y a du son ?

Il est fort probable que l'on réponde non à la première question et oui à la deuxième.

Maintenant, s'agit-il du son de la caisse claire ou celui de la baguette ?

Avancer l'hypothèse qu'un événement sonore est hybride par nature revient à dire qu'au moins deux éléments entrent en cause dans sa production, ce que démontre l'expérimentation suivante : lorsque je frappe la peau d'une caisse claire avec une baguette au bout en bois puis avec celle au bout feutré, je suis à même de constater que la sonorité est différente. De même, si je frappe avec la même baguette de bois sur la peau de la caisse claire puis sur la cymbale, la sonorité sera différente. Je peux donc affirmer que de cet événement sonore, je peux extraire des informations concernant la baguette et l'objet percuté ; à cela pourrait s'ajouter des informations sur la force de frappe selon que je frappe doucement ou avec une grande force. De là le caractère hybride d'un événement sonore. Casati et Dokic ont identifié le son d'une collision ou d'une percussion comme étant un cas problématique et défendent l'hypothèse que « les vibrations des matières dont ils sont composés (les objets percutants) ne sont pas forcément l'élément déterminant pour identifier le résultat sonore [...] nous nous orientons vers l'objet percuté, et non vers l'objet percutant » (Casati et Dokic, 1995, p.57). Il se trouve un préjugé défavorable envers cette affirmation, car il est reconnu que l'attaque inscrite dans les 50 premières millisecondes de l'évolution d'un son est déterminante quant à l'identification de sons percutés et, dans ce cas, l'objet percutant est le déterminateur. À ce sujet, les travaux de Pierre Schaeffer sur la reconnaissance des sons musicaux sont fort convaincants. À des fins expérimentales sur la perception auditive, Schaeffer a enregistré le son d'une note de piano dans le registre haut puis retranché l'attaque par des manipulations techniques. Ensuite, Schaeffer a présenté l'enregistrement de ce *nouveau* son à un groupe témoin en lui demandant d'identifier l'instrument dont il s'agissait. L'attaque manquante, les gens croyaient entendre le son d'une flûte et non celui d'un piano.

Par ailleurs, si on frappe deux cymbales identiques ensembles, quelle est la percutante, quelle est la percutée ?

Dans l'exemple des cymbales, il est difficile de retracer les particularités de chacun des éléments en cause simplement parce que les cymbales sont de même fabrication (matériaux, dimension, forme, etc.). Par conséquent, il n'y a guère de différence entre la sonorité de l'une et de l'autre, entre la percutante et la percutée. Un autre exemple provient d'une manifestation de la nature. Lorsque le vent souffle dans les feuilles, entend-

on le son du vent ou celui des feuilles ? Certains répondront le vent, certains les feuilles, d'autres répondront le vent dans les feuilles mais peu répondront les feuilles dans le vent.

Dans les exemples précédents, l'accent a été mis sur le caractère hybride d'un événement sonore et sur la double identification que cela peut provoquer. Ajoutons à cela que la production des événements sonores ci-haut mentionnés a nécessité l'intervention d'une force énergisante capable de mettre en branle les objets en cause.

2.4.4.5 La force énergisante de l'agent actif

L'intervention d'une force énergisante est essentielle pour qu'un événement sonore ait lieu. Par exemple, si je frappe un diapason contre une table, la force de frappe provoquera une collision mettant en branle le diapason et la table. Ensuite, les deux branches du diapason oscilleront jusqu'à ce toute l'énergie transmise par la force de frappe soit consommée. Plus le coup porté sera fort, plus le diapason oscillera longtemps et, par conséquent, les ondes sonores résultantes auront une durée d'audibilité plus longue. On remarquera, à l'issue de cet exemple, que c'est le percutant (le diapason) et non le percuté (la table) qui résonnera le plus longtemps alors que dans le cas d'une cloche frappée, ce sera fort probablement le contraire qui se produira, que l'on imagine la durée que résonnera un gong japonais par rapport à celle du maillet à l'aide duquel on l'a frappé.

Maintenant, qu'arrive-t-il si j'appuie sur la table le moignon du diapason oscillant ?

Le diapason transmet la fréquence de ses vibrations à la table et les deux vibrent en sympathie. Par ailleurs, l'énergie acoustique résultante sera plus importante que l'énergie initiale car la superficie de la table est plus grande. En outre, la qualité des matériaux soumis à une force énergétique soutenue jouera un rôle déterminant dans l'amplification ou l'absorption de l'énergie acoustique produite. Par conséquent, l'événement sonore porte en lui les caractéristiques physiques des éléments en cause, soit celles du « diapason et de la table », et conserve la qualité d'audibilité jusqu'à ce que l'énergie transmise par la force de frappe initiale descende à plus ou moins 0 dB.

Dans un contexte musical, les musiciens s'exercent de longues heures à contrôler et à maîtriser la manière d'engager l'action et d'appliquer la force avec laquelle, de concert avec leur instrument, ils participent à la production d'un événement sonore. Au fait, lorsque j'assiste à un concert de guitare classique, est-ce que j'écoute la guitare ou le joueur de guitare ? Déjà au XVIII^e siècle, Haendel décrivait la production d'un son musical en reconnaissant la place de l'agent actif :

[...]sound production has been composed of three overlapping processes : (1) The source is set into vibration by means of external energy - for exemple, plucking, blowing, or exhaling. (2) The source vibration then is transferred to the sound body, which in turn begins to vibrate. (3) The sound body vibration then sets up air molecule pressure waves that propagate to the listener. At each step in this chain, the performer can modify the sound to a greater or lesser degree. The performer can change the source vibration by the force or method used to excite the source ; the performer can change the vibration pattern of the sound body by changing its shape physically or by silencing one of the vibration modes ; and the performer can change the sound wave reaching the listener by changing the radiation, by aiming the instrument, or by choosing a physical position in a room to compensate for standing waves. A complete description of these options is impossible[...] (Davis et Jones, 1989, p.61).

La dernière phrase de la citation mérite cependant d'être actualisée à savoir qu'à l'époque de Haendel (1685-1759), la description complète de tous les facteurs intervenant dans la production du son était pratiquement impossible, notamment à cause du facteur humain qui intervient dans l'exécution de la tâche et du caractère dynamique des ondes sonores assujettie aux conditions environnementales d'un lieu. Car en principe, deux événements sonores ne sont jamais exactement identiques lorsqu'ils sont produits par des organismes vivants ou des éléments de la nature, étant donné le caractère évolutif et dynamique de l'environnement sonore. Par contre, les avancées technologiques du XX^e siècle ont donné lieu à la fabrication de sons de synthèse produit à l'aide d'oscillateurs alimentés par l'électricité et les sons ainsi produits sont désormais reproductibles avec exactitude. Je reviendrai plus en détail sur les notions élémentaires de la physique acoustique et des sons de synthèse au chapitre trois.

2.4.4.6 Les ondes sonores comme agent actif

Les ondes sonores peuvent également être considérées comme des agents actifs lorsqu'elles se propagent dans le milieu, car en effet, elles constituent une force énergisante capable de mettre en branle les objets présents dans l'environnement. Ainsi, lorsque l'être humain (c) entre en contact avec les ondes sonores de l'espace externe (b), il peut à la fois extraire des informations sur un événement sonore donné (a) et sur le contexte environnemental dans lequel a lieu cet événement (a'). Dans le cas où j'écoute Sarah chanter dans une chambre anéchoïque déserte par exemple, les informations sur le contexte environnemental sont pratiquement nulles (a') = *négligeable*, car les parois de la chambre anéchoïque absorbent, en théorie, toute l'énergie acoustique produite par la voix de Sarah

d'une part et, d'autre part, cette chambre étant insonorisée mur à mur, elle est coupée de l'environnement sonore de la vie quotidienne. Au contraire, lorsque Sarah chante dans une église, j'entends sa voix (a) en plus de la résonance des murs et des objets qu'elle met en vibration (a'), ce à quoi des informations sur l'environnement sonore viennent se mêler, tels le pas des fidèles ou l'ouverture de la porte de l'église, etc. Par conséquent, les ondes sonores de l'espace externe (b) permettent d'obtenir des informations sur l'événement (a) + (a'), (a') étant les éléments du contexte environnemental dans lequel a lieu l'événement sonore.

Prenons comme deuxième exemple le phénomène de l'écho : lorsque je suis dans une vallée et que je crie très fort « Ohé », l'événement sonore (a) produit des ondes qui, se propageant dans la vallée, deviennent un agent actif dans l'environnement. Lorsque les ondes entrent en contact avec la montagne ou tout autre élément qu'elles rencontrent en chemin, une portion de celles-ci est diffractée, une autre absorbée par la montagne et transformée en chaleur tandis qu'une autre est réfléchi et prend le chemin du retour. Lorsque mon système auditif sera stimulé par le retour de voix, je serai en mesure de percevoir à la fois des informations sur la voix initiale (a) et sur le contexte environnemental (a'), la formule de l'écho de ma voix est donc ($c \rightarrow b \rightarrow a'$) à partir duquel on obtient de surcroît des informations sur (a). En lien avec ma pratique artistique, c'est en cela que réside la différence majeure entre un enregistrement pratiqué en chambre anéchoïque et un enregistrement pratiqué sur le terrain : la présence d'indices plus ou moins significatifs sur des événements sonores qui ont lieu dans l'environnement.

Le deuxième chapitre a présenté l'essentiel des réflexions théorico-praticiennes qui ont mené à l'établissement du cadre théorique de l'approche ambiophonie dont l'originalité est d'aborder le champ de l'expérience auditive en tenant compte à la fois des éléments qui entrent en cause dans la production d'un événement sonore, de l'espace entourant sa production, et des connaissances de l'être humain à l'écoute de l'environnement.

CHAPITRE III

PHYSIQUE DU SON, MÉDIAS-SON ET SYSTÈME AUDITIF

Le troisième chapitre consiste à mettre en pratique l'approche ambiophone dans des secteurs d'activités autres que celui des arts, tout en respectant l'axe de l'interdisciplinarité. Pour ce faire, la première partie expose les notions élémentaires de la physique du son à partir de la description des signaux acoustiques utilisés dans les domaines de l'acoustique physiologique et de la psychoacoustique pour étudier le système auditif et le sens de l'ouïe. Les notions de phase et de délai, principaux facteurs temporels intervenant dans la perception auditive de l'espace, y seront également présentées. Ensuite, les traits caractéristiques des « médias-son », troisième terme central liée aux principes fondamentaux du projet ambiophone, seront décrits à partir des réflexions portées sur ce qui distingue fondamentalement les deux groupes de médias-son dont fait cas l'*Odyssée des médias-son*, les sons de synthèse et les sons enregistrés, ce qui consitue un élément important de la problématique. Enfin, je décrirai les principales composantes du système auditif et les fonctions qu'il assume au sein de l'organisme dans son rapport avec l'environnement. De façon concomitante, je débordrai du strict cadre anatomique pour rendre compte d'un certain nombre d'instruments inventés dans le but d'augmenter la performance du système auditif d'une personne à l'écoute de l'environnement. Les inventions permettant d'écouter ce qui se passe *hors vue* dans un rayon allant du proche au lointain ont été ciblées, en conformité avec modèle épical et en situation d'écoute où ce qui entre en cause dans la production du son n'est pas visible par l'auditeur.

3.0.5 Les premiers écrits scientifiques sur le son étudié dans l'environnement

C'est au polygraphe Athanasius Kircher (1602-1680) que nous devons les premiers écrits scientifiques sur le son étudié dans l'environnement. En effet, c'est en 1673 que fut publié le *NOUVEAU TRAITÉ DE L'ÉNERGIE PHONIQUE, ou Célébration du Mariage*

mécanico-physique de la technique et de la nature, introduit par la phonosophie, où l'on élucide tout de la nature des sons, de leur propriété, de leur vitalité et des causes de leurs prodigieux effets, par une démonstration expérimentale, nouvelle et multiple (Kircher, 1994 (1673), p.17). Dans son traité datant de 1673, Kircher désigne *La Magie ou Art phonocamptique*, comme étant la science, « assez secrète », des sonorités grâce à laquelle, par la vertu du son réfléchi et reproduit, nous créons des effets prodigieux, miraculeux pour qui ignore les causes. Ainsi, Kircher met en relation la nature du son, le milieu dans lequel il se propage et les effets qu'il produit sur l'être humain, ce qui correspond sensiblement aux trois éléments à partir desquels la théorie ambiophone s'emploie à tisser des liens pour investir le champ de l'expérience auditive telle que vécue au quotidien.

Ainsi, le son n'est-il rien d'autre que le mouvement de l'air lui-même : ce mouvement porte avec lui différentes qualités de sa cause, c'est-à-dire les qualités des corps qui le meuvent, et voilà pourquoi il nous oppose une image sous le nom et l'apparence du son. (Kircher, 1994, (1673) p.24).

3.1 Introduction à la physique du son

On peut diviser en trois catégories les sons de synthèse utilisés pour étudier le système auditif et le sens de l'ouïe : les sons purs, les sons complexes périodiques et les sons complexes apériodiques dont le bruit blanc servira d'exemple. Le document audio **CD-06 Son pur ; son complexe périodique ; bruit blanc : durée 20 s**, offre un exemple type de chacun d'entre eux alors que la figure 3.1 les illustre graphiquement.

Au XIX^e siècle, le mathématicien et physicien français Jean-Baptiste Fourier avançait l'hypothèse que « tout son peut être considéré comme la somme d'un nombre fini ou infini de composantes sinusoïdales, chacune ayant ses propres paramètres d'amplitude, de fréquence et de temps. » (Gariépy, 1991, p.4.1). Aussi, dans sa forme la plus simple, le stimulus acoustique comprend une seule onde sinusoïdale et un son formé d'une seule onde sinusoïdale est indistinctement qualifié de *son pur*, *son simple*, *onde simple* ou *onde sinusoïdale*. Par ailleurs, on distingue deux types de *sons complexes* : les sons complexes périodiques et les sons complexes apériodiques. Un son complexe est périodique lorsque la forme de l'onde résultante se répète de façon régulière et sur la base d'un même intervalle de temps. Lorsque la forme d'onde est irrégulière et changeante, il s'agit d'un son complexe apériodique et le bruit blanc est, en théorie, une réalisation d'un processus aléatoire dans lequel la densité spectrale de puissance est la même pour toutes les

fréquences. (Truax, 2001 ; Poissant, 1997 ; Hugonnet, Walder, 1998 ; Gariépy, Normandeau, 1992 ; Davis, Jones, 1989).

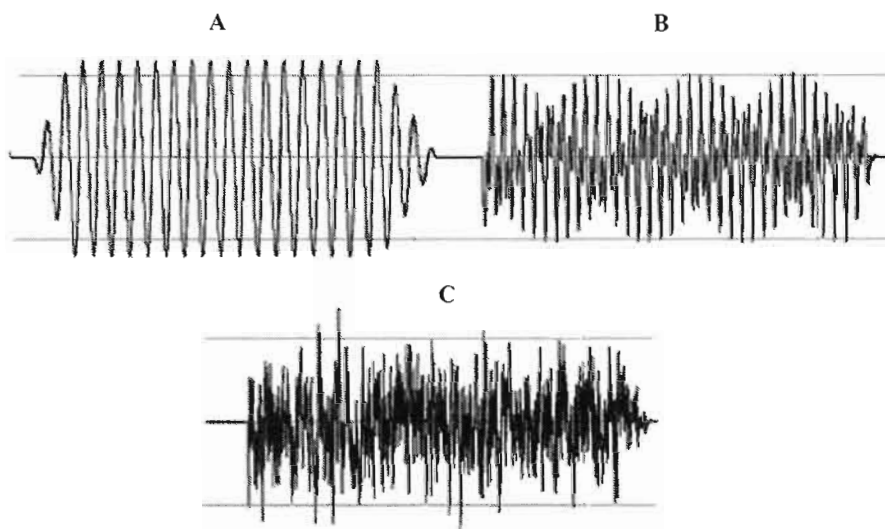


FIG. 3.1: A. Son pur ; B. Son complexe périodique ; C. Bruit blanc, ou son complexe aperiodique.

3.1.1 L'onde sinusoïdale

Les trois paramètres fondamentaux du son sont : la fréquence, l'amplitude et le temps. Dans sa forme la plus simple, le son est représenté graphiquement par une onde sinusoïdale, communément nommée *son pur*. Avant l'avènement des sons électroniques, les sons purs servant aux expérimentations dans les domaines connexes à l'acoustique étaient produits à l'aide d'un instrument métallique en forme de fourche à deux branches, le diapason (Guillemin, 1878). Lorsque les branches d'un diapason sont frappées contre un objet d'une certaine rigidité, le diapason passe de l'état repos à l'état vibratoire en raison de la force énergétique transmise au moment de l'impact. Les vibrations ainsi produites consistent en des mouvements d'aller-retour plus ou moins rapides, lesquels entraînent une suite de pressions et dépressions dans l'air environnant. Tandis que la fréquence des vibrations demeure sensiblement constante dans la durée, l'amplitude des ondes ainsi produites décroît au fur et à mesure que les branches du diapason se rapprochent de l'état de repos. Au contraire, l'amplitude d'une onde sinusoïdale produite

électroniquement peut demeurer la même tant et aussi longtemps que son alimentation énergétique reste inchangée, telle que l'illustre la figure 3.1-A.

La fréquence d'un son pur est déterminée par le nombre de vibrations complètes que l'onde effectue pendant une seconde et l'unité représentant la fréquence est le hertz, (Hz). Pour qu'elle soit perceptible par l'oreille humaine, il faut que la fréquence des vibrations soit comprise entre 20 Hz, et 20 kilohertz (kHz) (Hugonnet, Walder, 1998; Ciattoni, 1997; Davis, Jones, 1989). Au delà de ces seuils d'audibilité, les ondes acoustiques dont la fréquence est supérieure à 20 kHz sont désignés par le mot *ultrasons* et par le mot *infrason* pour les ondes acoustiques dont la fréquence est inférieure à 20 Hz.

Le deuxième paramètre du son est l'amplitude de l'onde, son unité de mesure est le décibel et l'instrument avec lequel on la mesure est le *sonomètre*. On mesure, d'une part, le niveau de la pression acoustique, celui-ci quantifiant l'amplitude des vibrations, et le niveau d'intensité sonore d'autre part, celui-là quantifiant la sensation auditive perçue à l'écoute des stimuli. Dans les deux cas, l'unité de mesure est le décibel (dB) soit le dixième d'un *bel*, du nom de l'américain Graham Bell, inventeur entre autres du téléphone. Cependant, la lettre « C » est affectée à l'unité employée pour mesurer le niveau de la pression acoustique et la mesure se prend alors en dB(C), tandis que la lettre « A » est affectée à celle employée pour mesurer le niveau d'intensité sonore perçue et la mesure se prend alors en dB(A) (Ciattoni, 1997; Davis, Jones 1989, Truax, 1978). Le tableau 3.1 offre quelques exemples de termes employés pour exprimer la sensation auditive correspondant aux paramètres de la fréquence, de l'amplitude et du temps.

L'échelle des décibels est habituellement graduée de 0 dB à 130 dB, où le 0 décibel représente le seuil d'audibilité, c'est-à-dire le niveau de pression acoustique le plus faible qui puisse provoquer une sensation auditive, et où le 120 - 130 décibels, dépendamment de la source des références, représente le seuil de la douleur auditive. « Mais le seuil de danger est fixé, lui, aux alentours de 100 décibels, soit bien avant le seuil de douleur. » (Ciattoni, 1997, p.31).

Le son se propage dans l'air à une vitesse d'environ 340 mètres par seconde. Si l'on compare la vitesse du son à la vitesse de la lumière qui est d'environ 300 000 000 mètres par seconde, on peut admettre que l'entrée des informations relatives à la scène auditive est lente par rapport à l'entrée des informations relatives à la scène visuelle. C'est ce qui explique, dans l'expérience audiovisuelle de la vie quotidienne, que l'on voit l'éclair avant d'entendre le tonnerre, la différence temporelle entre l'éclair vu et le tonnerre entendu étant tributaire de la distance comprise entre le point *événement* et le point *sensation*.

paramètre acoustique	sensation auditive	unité de mesure	symbole
fréquence	hauteur grave/aigu	hertz	Hz
amplitude	intensité dynamique	décibel	dB
temps	période durée	seconde	s
spectre sonore	timbre sonorité		

TAB. 3.1: Tableau de correspondances terminologiques.

	dB(A)	
Gare d'Ahuntsic	90	à 1,5 m du passage d'un train/marchandise
Métro de Montréal	85	sur le quai : au passage des wagons
Fontaine du Complexe Desjardins	85	au bord du bassin : jet haut
	80	au bord du bassin : jet bas
Agora du pavillon Judith-Jasmin	70	dans l'aire d'attente entre 2 cours, UQÀM
Terminus Voyageur	65	près du kiosque d'information
Conversation normale	65	endroit calme : à un mètre de distance
Cartier résidentiel d'Ahuntsic	55	en après-midi durant la semaine

TAB. 3.2: Nombre de décibels générés par des activités de la vie quotidienne.

auditive. Pour sa part, le niveau d'amplitude de l'onde sonore décroît de 6 dB, dans des conditions atmosphériques normales, stables et libres d'obstacles, à chaque fois que la distance comprise entre le point événement et le point sensation double. Ainsi, l'indice de la distance joue un rôle déterminant dans le champ de l'expérience auditive.

Le profil de l'amplitude du son dans le temps est représenté par son enveloppe *dynamique*. L'enveloppe dynamique d'un signal sonore est caractérisée par son attaque, son évolution et son extinction (Hugonnet, Walder, 1998). L'amplitude d'une onde sinusoïdale produite électroniquement ne varie pas dans le temps, car les sons électroniques sont de nature statique. Lorsque l'enveloppe dynamique d'un son produit électroniquement varie dans le temps, c'est qu'il a été *programmé* comme tel. Au contraire, l'amplitude d'un son pur (aussi nommé onde sinusoïdale) produit à l'aide d'un diapason varie continuellement dans le temps et ce, jusqu'à l'épuisement totale de l'énergie qui lui a été transmise au point événement.

Dans sa forme la plus simple, un son comprend une onde sinusoïdale dont la fréquence et l'amplitude, en fonction du temps, sont telles qu'une oreille puisse y être sensible. On peut produire des ondes sinusoïdales à l'aide d'oscillateurs électroniques ou, de façon traditionnelle, à l'aide de diapasons. Puisque la lutherie électronique/informatique offre la possibilité à l'utilisateur de façonner ses propres sons en déterminant la valeur de chacun de ses paramètres avec une grande précision, on favorise l'emploi de signaux sonores d'origine électronique pour mener les recherches expérimentales dans les domaines connexes à l'acoustique (Neuhoff, 2004).

3.1.2 Les sons complexes périodiques

Par définition, un son complexe est composé d'un nombre plus ou moins élevé d'ondes sinusoïdales ayant chacune une fréquence et une amplitude propres. Il existe deux types de sons complexes, les périodiques et les apériodiques. Un son complexe est dit *périodique* lorsque la fusion de ses composantes forme un tout homogène qui se répète de façon régulière et sur la base d'un même intervalle de temps, comme l'illustre le sonagramme de la figure 3.1b. Dans la fabrication de sons électroniques, il revient à l'utilisateur de décider des composantes du son complexe qui sera entendu par l'intermédiaire d'un haut-parleur. Dans le cas des sons complexes périodiques produits de façon traditionnelle, la fréquence la plus basse est la *fondamentale* et celle-ci déploie naturellement une série de fréquences plus élevées appelées *harmoniques* qui sont, en théorie, les multiples entiers de la fondamentale (Poissant, 1997 ; Penesco, 1982). De façon simplifiée, on admettra que

lorsque la fréquence fondamentale, ou premier harmonique, est 220 Hz, elle génère, en théorie, un deuxième harmonique de 440 Hz, un troisième de 660 Hz, un quatrième de 880 Hz et ainsi de suite, en principe, jusqu'à l'infini¹. Par ailleurs, si une corde fixée à ses deux extrémités vibre de toute sa longueur à une fréquence de 220 Hz et que l'on place son doigt au centre de celle-ci, tel que le démontre la figure 3.2, un nœud sera alors créé et la création d'un nœud au centre de la corde a pour effet de la diviser en deux parties et, par conséquent, de doubler la fréquence des oscillations. Cette dernière passe alors de 220 Hz à 440 Hz s'inscrivant ainsi dans un rapport numérique de 2 : 1 avec la fondamentale. Par analogie avec la musique, si l'on joue un La₂ sur un instrument à corde, tels le piano, le violon, la guitare, etc., la fondamentale du son produit a une fréquence de 220 Hz ; si l'on joue un La₃, la fréquence fondamentale est de 440 Hz et l'intervalle séparant le La₂ du La₃ se nomme une octave. Les notes à l'octave entretiennent donc un rapport de 2 : 1 et la sensation auditive liée à la fréquence est la hauteur. Par conséquent, la hauteur du son est tributaire de sa fréquence. Il est toutefois important de noter qu'il existe des différences marquées entre le caractère fixe des données objectives de la physique du son et le caractère souple des données subjectives de la sensibilité de l'oreille musicienne :

L'intervalle désigne la distance (grave/aigu) qui sépare deux sons entre eux. Sur la portée, l'intervalle est représenté par deux notes inscrites sur l'axe vertical. Cette distance se définit scientifiquement par un rapport entre les nombres qui expriment la fréquence des sons en cause. [...] Les musiciens se soucient peu de ce genre de mesures, dont la précision les gêne plus qu'elle ne les aide, en raison des marges de tolérance parfois fortes que comporte la pratique musicale.[...] (Larousse de la musique, 1982, p.784).

Poursuivons les explications à l'aide des expérimentations de Guillemain. Guillemain a créé deux nœuds sur une corde oscillant à 220 Hz de façon à la diviser en trois parties égales, figure 3.2. Il en résulte que la corde oscille trois fois plus vite, ce qui augmente sa fréquence à 660 Hz. Le *nouveau* son entretient donc un rapport de 3 : 1 avec la fondamentale. L'ensemble des harmoniques d'un son complexe périodique en détermine le contenu spectral et la sensation auditive correspondant au spectre sonore est le timbre. Plus le contenu spectral d'un son complexe comprend des harmoniques de rang élevé, plus son timbre paraît brillant. C'est le cas des sons produits par la famille des cuivres (saxophones, trompettes, etc.). Par ailleurs, le timbre d'un instrument dont le contenu spectral est riche en harmoniques situés près de la fondamentale est qualifié de *chaud*.

¹Dans tous les exemples offerts, les chiffres associés aux fréquences sont arrondis, car le but de l'exercice est de faciliter la compréhension de ce que sont les harmoniques et de m'en tenir aux notions élémentaires. En musique, un harmonique étant une composante à part entière d'un son musical, son étude relève du domaine de l'acoustique musicale et dépasse largement le cadre des notions exposées au présent chapitre.

C'est le cas de la contrebasse et du basson². Mises à part quelques exceptions, tels certains instruments de percussion, les instruments de musique relevant de la lutherie acoustique participent à la production de sons complexes périodiques.

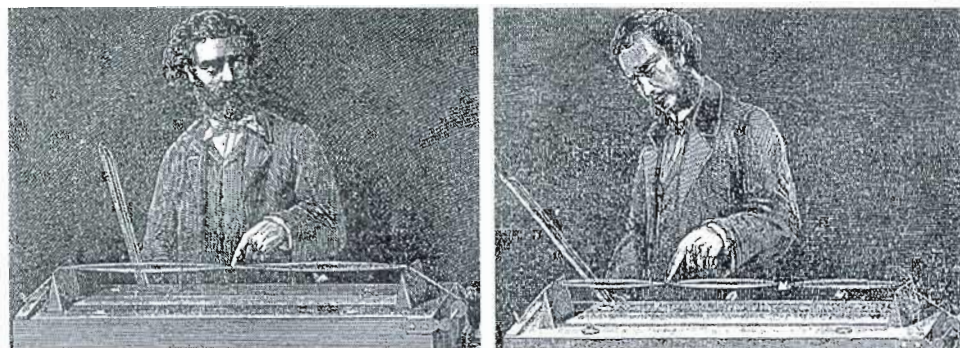


FIG. 3.2: *Le son : notion d'acoustique physique et musicale.* (Guillemin, 1878, Paris : Hachette).

3.1.3 Les sons complexes apériodiques

L'analyse acoustique de la distinction entre *bruit* et *son* a décidé au XVIII^e siècle de l'emploi du mot *bruit* à propos d'un phénomène acoustique dû à la superposition de vibrations non harmoniques. Cette valeur correspondant à une notion scientifique a donné, au XX^e siècle, le sens de « phénomène qui se superpose à un signal et limite la transmission de l'information (v. 1950) ». (Rey, 1998, p.539). Le bruit blanc de laboratoire est le type de sons complexes apériodiques dont pratiquement tous les domaines connexes à l'acoustique font usage dans leurs recherches expérimentales et la figure 3.1c présente le sonagramme du bruit blanc. Par définition, le bruit blanc est constitué de l'ensemble des fréquences du spectre sonore et l'amplitude de chacune de ces fréquences varie de façon aléatoire dans le temps. Aussi, le bruit de laboratoire est-il considéré comme ayant une période qui tend vers l'infini. (Gariépy, 1991, p.III.6).

Le bruit blanc ressemble au son du poste radiophonique lorsque ce dernier est réglé entre deux stations, ou encore à la sonorité de *chchch*. Le spectre sonore d'un bruit blanc

²Le livre de référence par excellence sur l'acoustique des instruments est le livre intitulé *Helmholtz's On the Sensations of Tone* de Hermann Von Helmholtz publié en 1870. Ce livre est l'équivalent du Traité d'acoustique, *Theory of Sound*, du physicien John William Strutt Lord Rayleigh publié en 1877.

est bien souvent divisé en tiers d'octave par la filtration de plages de fréquences spécifiques et le stimulus résultant est alors formé d'une *bande de fréquences* dont le spectre est plus ou moins large.

3.2 Le facteur temps

Le son se propage dans l'air à une vitesse d'environ 340 mètres à la seconde lorsque la température se situe autour de 20 degrés Celsius et que la pression atmosphérique est normale. Il faut cependant noter qu'à chaque fois que la température augmente de 1 degré Celsius, la vitesse de propagation du son augmente de 0.61 m/sec. (Truax, 1978, p.134). Par conséquent, lorsque l'on conduit des expérimentations qui impliquent des questions d'ordre temporel, les conditions atmosphériques du laboratoire doivent être prises en compte par le chercheur. Outre la question de la vitesse de propagation du son qui change en fonction des conditions atmosphériques, le facteur temporel joue un rôle déterminant dans notre aptitude à localiser un son. Entrent en jeu les différences interauriculaires de temps. Par exemple, lorsqu'un auditeur détecte un stimulus acoustique produit par un seul haut-parleur, soit qu'il le détecte par les deux oreilles en même temps, s'il fait face au haut-parleur, soit qu'il le détecte par l'une et l'autre avec un léger retard, dans tous les autres cas. Ce décalage temporel entraîne des différences interauriculaires de phase et d'intensité, et les recherches expérimentales pratiquées en psychoacoustique ont démontré que les indices de phase et d'intensité constituent les principaux facteurs aidant à la localisation auditive (Hugonnet, Walder, 1998).

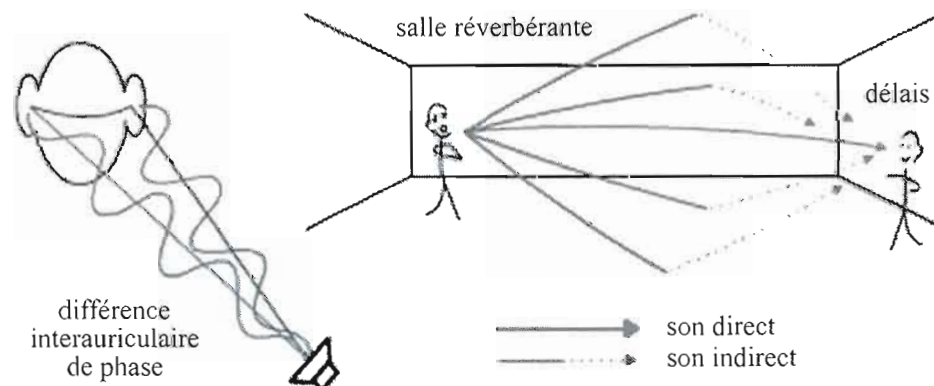


FIG. 3.3: Différence interauriculaire de phase et de délai.

3.2.1 La notion de phase

Lorsque le cycle de deux ondes pures de même fréquence part et arrive au même point en même temps, on dit qu'elles sont en *phase* et cela a pour effet d'augmenter l'amplitude de l'onde résultante. Lorsque le cycle de deux ondes sonores de même fréquence est décalé, l'amplitude de l'onde résultante est diminuée. Lorsque leur cycle est en opposition de phase les amplitudes s'annulent et on obtient, en théorie, le silence (Davis et Jones, 1989; Truax, 1978).

Les études et les expérimentations sur les effets de phase sont nombreuses à s'adresser au contrôle du niveau de bruit dans les usines, à la localisation auditive et au développement des systèmes de son. Plus récemment, le domaine de l'audiologie s'y intéresse comme solution possible aux problèmes des acouphènes, car « ces méthodes efficaces dans certaines conditions permettent, par l'émission d'un bruit analogue au bruit initial mais à contre-phase, d'obtenir un bruit résultant plus faible que le bruit initial. » (Délétré, 1995, p.80). Par contre, ce sont les problèmes de phase irrésolus qui ont mis fin à l'essor des systèmes de son quadraphoniques à la fin des années 1970. Disposés aux quatre coins d'une pièce et orientés vers son centre, la projection du son par deux paires de haut-parleurs positionnés face à face entraînait systématiquement des annulations de phase et cela détériorait la qualité du son ainsi projeté.

3.2.2 La notion de délai

Au sens générique, le *délai* désigne tout retard entre l'émission d'un son et sa répétition (Augoyard, Torgue, 1995). Dans le cas de la détection d'un son provenant d'une seule source sonore de l'environnement, le délai désigne la différence de temps entre l'arrivée du son direct et sa première réflexion. Cette situation est représentée à la figure 3.3. Par exemple, lorsque je suis assise dans une salle de conférence et que j'écoute un interlocuteur situé en face de moi, disons à 10 mètres de distance, le son de sa voix arrive à mes oreilles de façon directe et indirecte. Le son direct suit le chemin le plus court entre l'interlocuteur et moi, et le son indirect est celui qui parvient à mes oreilles après avoir été réfléchi par les parois de la salle, le plancher et le plafond, etc. L'écart de temps entre l'arrivée du son direct et l'arrivée du son réfléchi est appelé le *délai initial* (Poissant, 1998). Dans certains cas, les différences de temps entre les multiples réflexions et le délai initial sont tellement courtes qu'elles sont perçues comme formant un tout et ce tout prend le nom de *réverbération*. Dans d'autres cas, le décalage temporel entre l'arrivée

des multiples réflexions est suffisamment long pour qu'on entende un son qui s'estompe au fur et à mesure de ses répercussions, et la réverbération prend alors le nom d'*écho* (Augoyard et Torgue, 1995).

Un délai exprime également la différence de temps entre l'émission de deux sons. Dans le cas de la stéréophonie par exemple, lorsqu'un son est projeté par le haut-parleur de gauche une demie seconde avant d'être projeté par celui de droite, le délai entre l'émission des deux sons est de 500 ms. Si les deux haut-parleurs sont à une distance égale de l'auditeur, le son de l'un stimulera son système auditif une demie seconde avant l'autre. Supposons maintenant qu'une personne (x) soit positionnée à une distance de 1 mètre de moi et une autre (y) à une distance de 34 mètres et que les deux émettent un cri en même temps. Sachant que le son se propage à une vitesse d'environ 340 mètres par seconde, on peut déduire que le cri de ($x = 1m$) contactera mon système auditif en moins de $1/340$ de seconde, soit environ 2,9 ms, tandis que le cri de ($y = 34\text{ m}$) le fera en $34/340$ de seconde soit environ 100 ms après (x). Un délai de 100 ms est nettement audible, car le décalage entre l'arrivée de l'un (x) et l'autre (y) cris à mes oreilles est au-dessus du seuil de discrimination temporel de l'audition humaine³. Inversement, si je veux que le cri de (x) et de (y) parviennent à mes oreilles simultanément, il faudra que (x) crie 100 ms après (y).

Ces notions élémentaires de la physique du son ont été expliquées à partir des trois principaux types de sons utilisés dans les domaines de l'acoustique physiologique et de la psychoacoustique pour étudier le système auditif et le sens de l'ouïe. À cet effet, retenons que la lutherie électronique/informatique offre la possibilité aux chercheurs d'exercer le réglage fin des valeurs paramétriques des stimuli servant aux expérimentations, et que cette maîtrise du matériau *son* contribue de façon significative à la validité interne des recherches scientifiques (Neuhoff, 2004, p.8-9).

3.3 La catégorie des médias-son

Dans le cadre des travaux de recherche en lien avec ma thèse-crédation et dans la visée du projet ambiophone, il importe de marquer d'abord la distinction entre les sons produits de façon traditionnelle et ceux produits par l'intermédiaire d'un système électroacoustique. Ma recherche d'un terme générique pour désigner l'ensemble de ces derniers étant demeurée vaine, j'ai composé un mot qui me semble représentatif de la

³Le document audio **CD-07 Délais de 33, 67 et 100 ms** fournit l'exemple d'une scène auditive dont le décalage temporel entre la voie de gauche et la voie de droite est de 33, de 67 puis de 100 ms.

catégorie de sons produits à l'aide de lutherie électronique/numérique, un terme qui soit indépendamment de l'usage qu'on en fait, qu'ils servent à la composition, à la télécommunication ou à la recherche scientifique, les médias-son.

Le terme « média-son » est composé des mots « média » et « son ». Il désigne la place de tous les supports sur lesquels ont été gravés, enregistrés, fabriqués ou encodés, de quelque façon que ce soit, des données propres à produire du son. Le trait caractéristique de la catégorie des médias-son est que pour être entendues, les données doivent être *lues* et reproduites à l'aide d'un dispositif électroacoustique dont le haut-parleur est la source sonore. Dans un cadre général et dans les limites des besoins liés à ma thèse-crédation, j'ai ensuite identifié les deux principaux groupes appartenant à cette catégorie, les médias-son de synthèse et les médias-son authentiques : les premiers sont le produit d'une synthèse sonore et comprennent les synthèses par algorithmes abstraits, par modèles de signaux et par modèles physiques mais exclut la synthèse sonore basée sur l'échantillonnage et la modification d'enregistrements sonores⁴ alors que les authentiques sont le produit d'un enregistrement microphonique. Les techniques d'enregistrement microphonique tout-terrain permettent l'acquisition de scènes auditives provenant d'événements sonores concrets, qui ont eu lieu dans l'espace et dans le temps, et dont la mixture peut-être composée de toutes sortes de sons. Pour leur part, les techniques de synthèse sonore permettent la génération de signaux *pré-fabriqués*, l'invention de nouveaux objets sonores, dans le sens schaefferien du terme, ainsi que la simulation d'événements sonores tels que produits en environnement traditionnel. Parfois bien en vue aux côtés de l'ordinateur, parfois dissimulé dans les cartes de souhaits, intégré au téléphone portable ou inséré dans le conduit auditif, le haut-parleur est devenu, au fur et à mesure que se sont développées les technologies du son, le porte-parole de tous les médias-son. Les médias-son s'intègrent désormais à la vie quotidienne de la population en général et servent également au corpus sonore des travaux de recherche expérimentale menés dans les domaines connexes à la psychoacoustique où la préférence est accordée aux médias-son de synthèse.

⁴La référence concernant ces quatre différentes formes de synthèses sonores est l'article de Julius O. Smith intitulé "Viewpoints on the History of Digital Synthesis", Center for Computer Research in Music and Acoustics (CCRMA), Stanford University, Stanford, California, 2005.

3.4 L'oreille humaine à l'écoute de l'environnement

La construction de l'intelligibilité des phénomènes sonores à partir du signal physique ne vaut que dans les limites du champ expérimental qui fonde ce type de connaissance.

D'autres accès à la compréhension de l'écoute en général et, particulièrement, de l'écoute in situ sont tout aussi légitimes.

Jean-François Augoyard

3.4.1 Introduction

Si la structure et le fonctionnement d'une seule cellule du corps sont d'une complexité impressionnante, la structure et le fonctionnement d'un seul des systèmes d'organes du corps sont d'une complexité vertigineuse⁵. À la fois récepteur et adaptateur d'impédance, le système auditif réagit en permanence aux stimuli acoustiques de l'espace externe sans discrimination a priori quant à la nature des sources. Tant par sa forme que par son mode de fonctionnement, le système auditif modifie les paramètres du son afin de rendre les données acoustiques de l'espace externe interprétables par le cerveau. Quels sont les mécanismes de transmission du son à travers l'oreille ? Quel est le rôle assumé par ses diverses parties au sein de l'organisme ?

Le système auditif étant découpé en trois segments : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne, c'est dans cet ordre qu'est présentée la section de ce chapitre portant sur l'acoustique physiologique. Chemin faisant, j'offrirai des exemples d'inventions technologiques mis en œuvre par l'être humain pour augmenter la portée de l'audition⁶ humaine dans le but d'avoir accès à de l'information sur des événements qui ont lieu tant à l'extérieur qu'à l'intérieur du corps humain. Aussi, l'abrégé d'acoustique physiologique offre des exemples d'inventions technologiques mis en œuvre par l'être humain dans le but d'accroître la portée de l'audition.

⁵Antonio R. Damasio, *L'Erreur de Descartes*, chapitre V.

⁶Dans tout le texte, j'utilise le mot « audition » dans le sens général d'« action d'écouter », « action d'entendre ou d'être entendu », comme c'est le cas, par exemple, lorsqu'un artiste passe une audition. Lorsqu'il est question de l'aspect physiologique ou des fonctions de l'ouïe, l'expression *système auditif* est employée.

3.4.2 L'oreille externe

Entièrement visible et palpable de l'extérieur, le pavillon auditif était considéré, à l'époque de la Renaissance, comme étant l'organe principal de l'audition⁷. Depuis, le pavillon s'est vu ajouté le conduit auditif et ces deux parties forment aujourd'hui le segment de l'oreille externe. Le pavillon est composé d'une substance cartilagineuse dont la forme conique et accidentée favorise la réception du stimulus, la diffraction du spectre des fréquences et la concentration de l'énergie acoustique, avant que le stimulus ne pénètre dans le conduit auditif. Le pavillon assure ainsi la transition adéquate du stimulus acoustique passant de l'air libre à l'air contenu à l'intérieur du conduit auditif. La limite interne de l'oreille externe est assurée par le tympan dont la membrane est d'une extrême sensibilité. En effet, « le système auditif est sensible à des déplacements du tympan parfois inférieurs au diamètre d'une molécule d'hydrogène. » (Botte, 1989, p.13). Dans le conduit auditif, dont la longueur moyenne est de 3 cm, le son subit une amplification allant du simple au double, obéissant ainsi au principe de résonance d'un tuyau fermé à l'une de ses extrémités. Il en résulte que les fréquences comprises entre 2000 et 4000 Hz du spectre sonore sont davantage amplifiées parce que leur longueur d'onde correspond aux fréquences de résonance du conduit auditif.

Une seule oreille suffit à entendre un son. Néanmoins, nous parvenons difficilement à localiser une source sonore de l'environnement avec l'aide d'une seule oreille. De nombreuses expériences ont en effet démontré que l'habileté de l'être humain à localiser une source sonore ou à en suivre le déplacement avec une certaine précision repose avant tout sur l'audition à l'aide de deux oreilles, l'audition binaurculaire (Hugonnet et Walder, 1998, p.57). Contrairement aux animaux qui exercent un certain contrôle sur la directivité de leurs pavillons, comme c'est le cas du chat et du chien, un mouvement de la tête est requis pour littéralement faire face à une source sonore. Malgré ou grâce à cette restriction physiologique, l'être humain se prête docilement, et parfois avec une certaine naïveté, aux inventions technologiques dont la fonction est de modifier les grandeurs physiques du stimulus de l'espace externe avant qu'il ne s'engage dans le conduit auditif.

3.4.2.1 Le topophone et l'écoute de l'environnement

Le topophone a été inventé par un physicien américain, le professeur A.-M. Mayer, en 1880, dans le but de servir à la navigation par temps de pluie ou de brume. À l'ori-

⁷Denis Fortier. 1992. *Les mondes sonores*. p.40.

gine, le topophone comprenait un ensemble de deux pavillons reliés aux oreilles par l'intermédiaire d'un tuyau souple⁸. Le modèle présenté à la figure 3.4 augmente la portée de l'audition dans le champ lointain de l'individu dans le but de pouvoir détecter la présence d'ennemis potentiels. Cet ensemble permettait d'augmenter la perception du champ sonore dans trois axes et donc de repérer les positions ennemies avec une précision accrue. (Fortier, 1992, p.58).

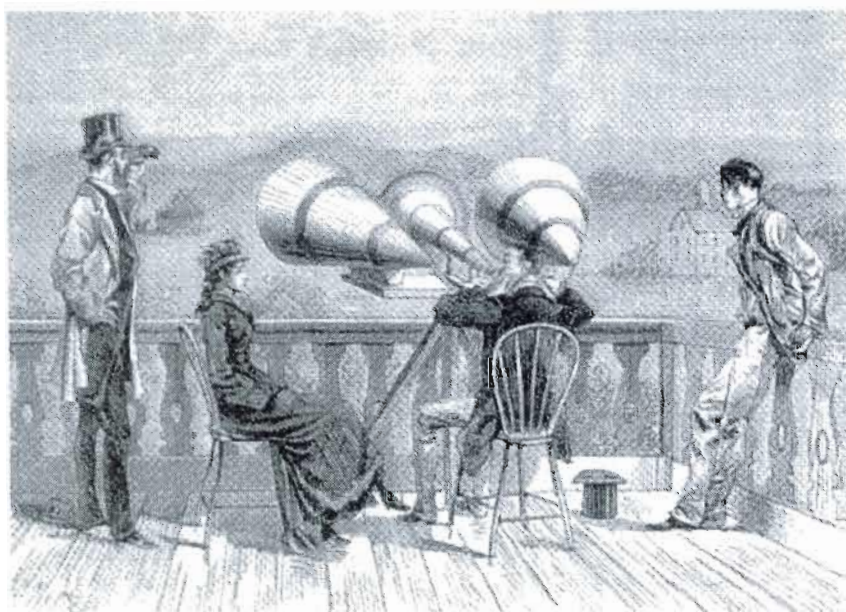


FIG. 3.4: Un topophone pour l'écoute du lointain. (Fortier, 1992, p.58).

D'autres « sortes » de topophones ont été conçus et réalisés dans le but d'écouter les conversations des gens sans se faire voir. La figure 3.5 présente un modèle de topophone dont le dispositif est intégré à l'architecture et dont le design permet une écoute plus ou moins « discrète » sur ce qui se passe à l'extérieur de l'établissement. Le maître des lieux peut ainsi être informé en permanence des opinions courantes et des rumeurs qui circulent dans les alentours.

Le cornet acoustique est un modèle de topophone portable. À la portée de tous, les cornets acoustiques étaient utilisés pour recueillir et amplifier les paroles émises par des

⁸Gaston Tissandier, 1880 (rédacteur en chef). « Appareil acoustique » in *La Nature : Revue des sciences et de leurs applications aux arts et à l'industrie*, G. Masson (éd.), n°391, p.401.
<http://cnum.cnam.fr/CGI/fpage.cgi?4KY28.15/5/100/432/0008/0420>

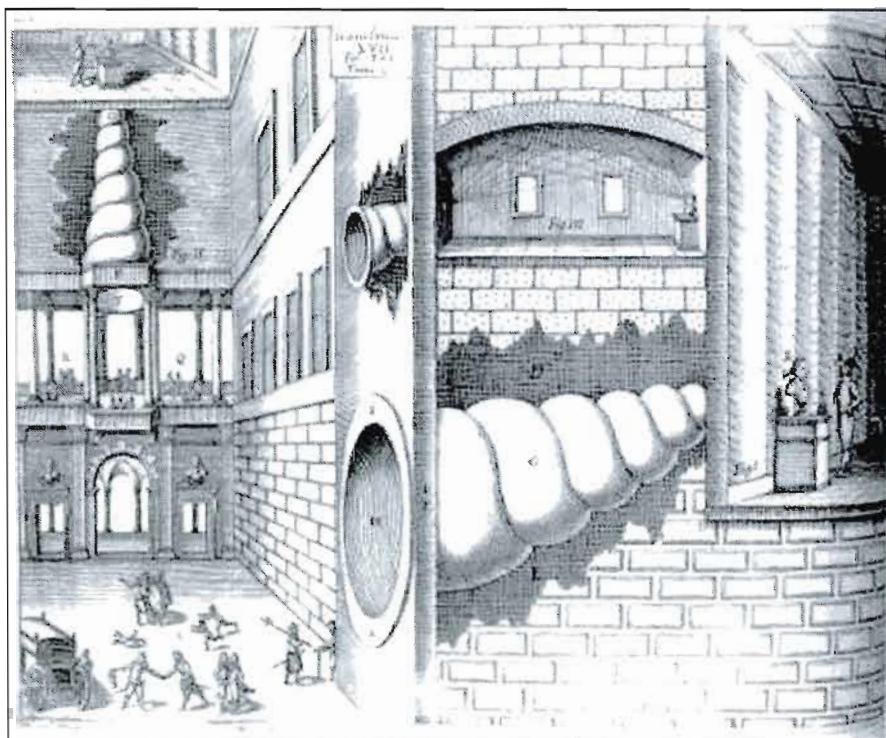


FIG. 3.5: Topophone intégré à l'architecture du bâtiment et destiné à l'écoute de l'entour. Image reproduite avec la permission de © The University of Reading.

gens situés dans le champ proche de l'individu y ayant recours.

Il n'y a pas si longtemps, le cornet acoustique servait de prothèse auditive au mal-entendant. Aujourd'hui, on a recours à des aides auditives munies d'un microphone miniature couplé à un système d'amplification placé dans les conduits auditifs externes. Ainsi, deux microphones miniatures placés à l'entrée des oreilles convertissent le son en signal électrique; il s'en suit une amplification du signal et la transmission de ce dernier à l'oreille moyenne. La fonction de l'aide auditive est de compenser la perte d'audition des malentendants et, à l'heure actuelle, la plage des fréquences amplifiées recouvre prioritairement le spectre vocal.

Pour entendre l'activité interne d'une certaine région du corps, il suffit de poser la membrane d'un stéthoscope sur son enveloppe externe, en l'occurrence la peau, et de placer les bouts des tubes reliés à la membrane dans les conduits auditifs. D'une simplicité remarquable, l'utilisation du stéthoscope ne requiert aucune source énergétique, l'appareil est très léger et se transporte dans un petit boîtier. Littéralement plus près de nous, le stéthoscope conduit à l'auscultation des bruits de l'organisme et offre ainsi un accès direct à une foule d'informations sur ce qui se passe à l'intérieur du corps humain.

Si les inventions que je viens de passer en revue augmentent le champ de l'audition humaine par voie traditionnelle, les systèmes de télécommunication actuels donnent accès à des sons qui ont lieu à l'autre bout du monde par voies interposées, tels le téléphone, la radio, la télévision, Internet, etc. D'autre part, les technologies électroacoustiques permettent l'enregistrement, la transmission et l'amplification de micros événements qui ne deviendront audibles qu'une fois projetés par des haut-parleurs. En témoigne la figure 3.6, isolé dans une chambre anéchoïque l'ingénieur agronome d'aujourd'hui détecte à l'aide d'un micro ultra sensible jumelé à un casque d'écoute, le bruit des larves s'attaquant à la pulpe d'un pamplemousse. (Fortier, 1992, p.93).

3.4.2.2 Préoccupation d'ordre écologique : se protéger de l'environnement sonore

Nous sommes désormais exposés à des sons dont la puissance dépasse le seuil de tolérance du système auditif et le casque antibruit a été inventé pour protéger l'être humain des bruits tonitruants faisant partie de son quotidien. Lorsqu'on sait que le niveau sonore d'un marteau piqueur est de 100 à 120 dB et que la durée maximale journalière d'exposition tolérable sans perte d'audition est de 1,5 minute pour 110 dB(A), (Ciattoni,

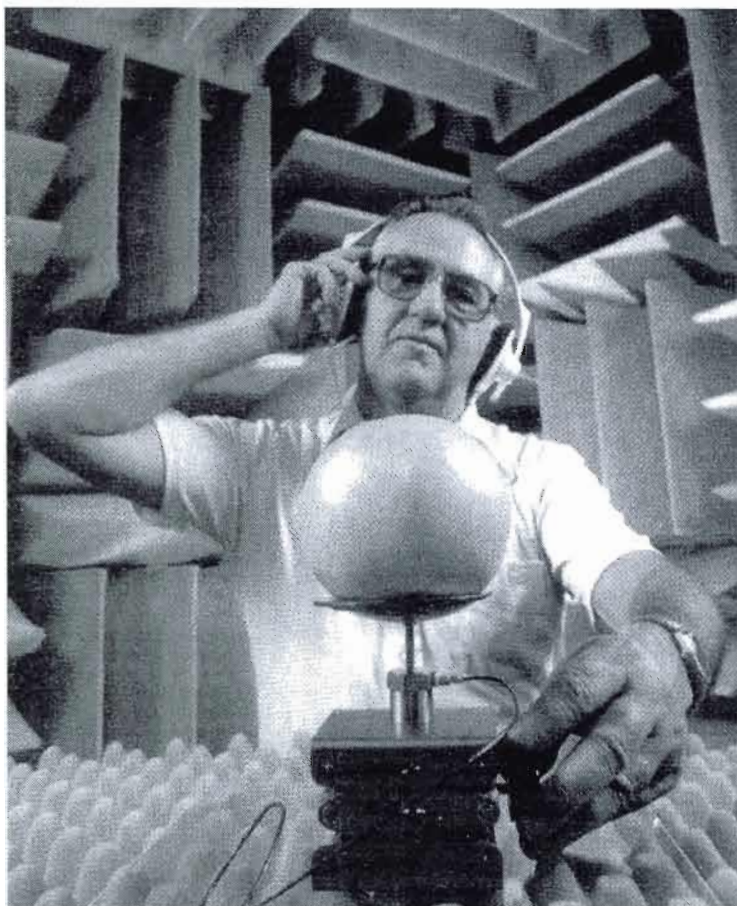


FIG. 3.6: L'écoute du bruit de larves s'attaquant à la pulpe du pamplemousse. (Fortier, 1992, p.92).

1997, p.42), il est évident que sans casque antibruit, le travailleur s'en va tout droit vers la surdité.

Un environnement bruyant n'affecte pas seulement le système auditif, il pose des problèmes de divers ordres et ce, dans plusieurs domaines de l'activité humaine. À titre d'exemple, les chercheurs attirés au Programme d'audiologie et d'orthophonie de l'Université d'Ottawa ont mené une étude sur l'exposition au bruit des enfants et du personnel dans les centres de la petite enfance (CPE) dans le but d'établir des liens entre l'exposition au bruit environnemental en milieu de garde et les difficultés d'apprentissage, notamment en ce qui a trait à la compréhension du langage et aux problèmes d'élocution rencontrés chez les jeunes enfants (Vaillancourt, Laroche et Lavoie, 2003, p.13-21). Le CPE est situé à proximité d'un carrefour routier et les résultats démontrent que les niveaux de bruits mesurés tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du bâtiment sont tous supérieurs aux recommandations de l'Organisation mondiale de la santé d'où l'importance de procéder à l'examen de l'environnement sonore avant de planifier la construction des services de garde. Par souci de l'écologie sonore, il me semble nécessaire d'étendre la recherche sur la qualité de l'environnement sonore aux lieux de divertissement et de rassemblements publics. Mentionnons pour terminer qu'il existe sur le marché des bouchons protecteurs spécialement désignés pour protéger le citoyen contre les agressions sonores perpétrées à l'extérieur de son milieu de travail. Le conduit auditif sert alors d'orifice pour l'insertion de bouchons visant à atténuer l'amplitude du son à l'entrée du système auditif dans le cadre d'activités quotidiennes.

3.4.3 L'oreille moyenne

L'oreille moyenne est une cavité osseuse remplie d'air, une sorte d'antichambre. Elle comprend le tympan et une chaîne d'osselets composée des plus petits os du corps humain : le marteau, l'enclume et l'étrier. Une extrémité du marteau est soudée au tympan, l'autre est maillée à l'enclume ; l'enclume sert de levier entre le marteau et l'étrier ; l'étrier est soudé à la fenêtre ovale, porte d'entrée de l'oreille interne.

Lorsque la membrane du tympan entre en interaction avec le son de l'espace externe, l'énergie acoustique est aussitôt convertie en énergie mécanique. En effet, les oscillations de la membrane provoquent l'activation de la chaîne des osselets dont le mécanisme, qui constitue un système de leviers, amplifie de deux à trois fois la force énergétique initiale. Mais plus important encore dans l'amplification des composantes du son, est le rapport de superficie entre la membrane du tympan et la surface occupée par la partie

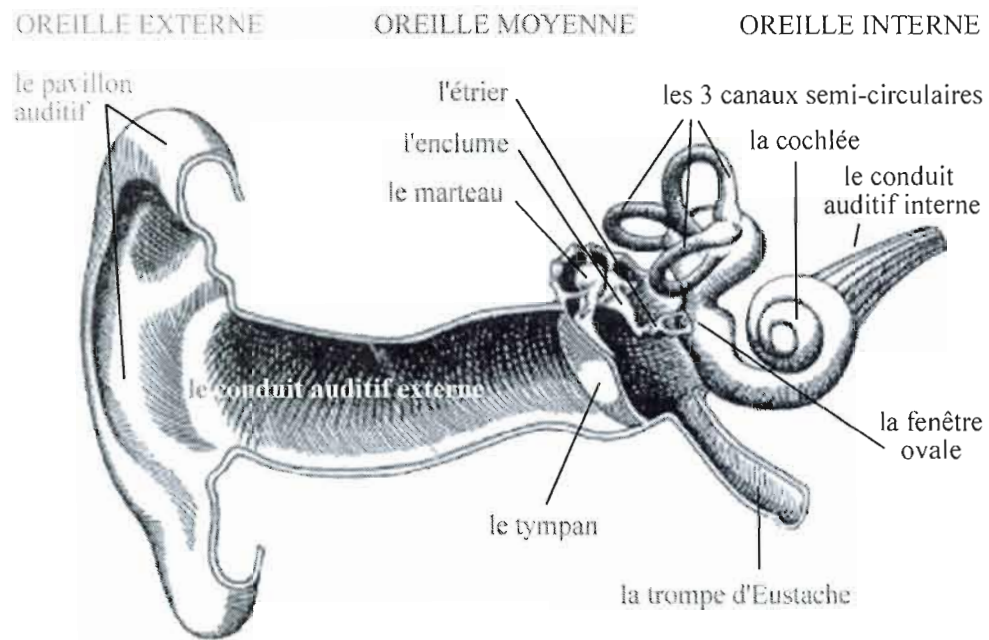


FIG. 3.7: Le schéma du système auditif.

de l'étrier qui est soudée à la fenêtré ovale car la surface du tympan est de 15 à 30 fois plus grande que celle occupée par l'étrier. Cette réduction de surface entraîne une concentration de l'énergie qui a pour effet d'amplifier de 20 fois la force de vibration du tympan (Ciattoni, 1997, p.40-47). Cette équation peut être comprise de la façon suivante : si vous pesez 50 kilos et que vous êtes chaussé de sandales dont la semelle fait 24 cm x 9 cm, il est fort probable que vous marchiez dans le sable sans trop de difficultés. Par contre, si vous remplacez vos sandales par des souliers à talon aiguille, vous enfoncerez inévitablement dans le sable à chaque pas, car un poids de 50 kilos concentrés sur une surface d'environ 1 cm² a pour effet d'augmenter substantiellement la pression exercée sur le sable. Le même principe mathématique s'applique à l'oreille moyenne lorsque la pression exercée par l'oscillation du tympan se retrouve, à l'autre bout de la chaîne des osselets, concentrée sur la petite surface couverte par la fenêtré ovale. Cet exemple s'apparente au principe du topophone construit de façon à couvrir un large échantillon du champ sonore à une extrémité du pavillon tandis qu'à l'autre bout, la surface est réduite à quelques centimètres de diamètre.

Les osselets sont reliés à la membrane tympanique par une série de petits muscles qui s'emploient à régulariser l'amplitude du son. Ces muscles limitent l'impact négatif pro-

voqué par de trop fortes pressions acoustiques et protègent ainsi la rupture du tympan. (Fortier, 1992, p.40). Cependant, la capacité d'agir et le temps de réaction de ces muscles étant limités, l'oreille demeure vulnérable aux fortes pressions subies. C'est pourquoi il est essentiel de porter un casque antibruit lors de la pratique du tir au pistolet, par exemple, car il atténue l'amplitude de ce son percutant avant que l'onde ne pénètre dans l'oreille. Le couple « durée-intensité » ou « temps-amplitude » est la règle usuelle en dangerosité du bruit et à chaque niveau sonore correspond une durée maximale d'exposition journalière tolérable sans risque de dommage pour le système auditif humain. À ce sujet, l'« Organisation mondiale de la santé estime que la côte d'alerte de l'exposition sonore se situe à 85 décibels sur une période de 8 heures et la côte de danger à 90 décibels sur la même période de temps. » (Ciattoni, 1997, p.121). En consultant le tableau 3.3, on remarquera que le temps d'exposition à 90 décibels ne doit pas dépasser 2 heures.

85 dB (A)	durant	8 heures		
90 dB (A)	durant	2 heures et 32	minutes	
95 dB (A)	durant		48	minutes
100 dB (A)	durant		15	minutes
105 dB (A)	durant		5	minutes
110 dB (A)	durant		1,5	minutes

TAB. 3.3: Niveaux sonores tolérables en fonction de la durée d'exposition. (Ciattoni, 1997, p.42).

D'un autre point de vue, le mécanisme de l'oreille moyenne peut servir à contourner certains problèmes de surdité tel que le rapporte l'étonnant fait suivant :

L'illustre musicien et compositeur Ludwig van Beethoven était atteint d'une surdité de transmission, c'est-à-dire touchant la fixation de la chaîne tympano-ossiculaire, ce qui interdisait aux sons transmis par le tympan et la chaîne des osselets de parvenir aux liquides de l'oreille interne et aux cils des cellules neuro-sensorielles. Toutefois, dans la mesure où ces cellules et le nerf auditif étaient demeurés intacts, la perception des vibrations au moyen d'un vibreur ou au contact de l'os était possible. C'est pourquoi Beethoven avait pris l'habitude de composer en tenant entre ses dents une baguette de bois dont il plaçait l'autre extrémité dans le couvercle du piano. Ainsi, les sons lui parvenaient par voie dentaire et par l'os mastoïdien jusqu'aux cellules neuro-sensorielles, ce qui lui permettait de percevoir les sons dans une gamme de fréquences étendues. Il conserva cette technique jusqu'à la fin de sa vie tout en la dissimulant à ses proches qui, toutefois, avaient découvert l'usage de ce procédé. C'est donc à tort que l'on prétend que cette gloire de la musique a

créé ses œuvres dans la surdité totale. (Ciattoni, 1997, p.55).

Il est possible d'expérimenter le procédé de Beethoven de façon convaincante en frappant un diapason contre une table puis en serrant sa tige entre les dents. On percevra alors une augmentation substantielle de l'intensité sonore due à la transmission des oscillations par voie osseuse. L'oreille moyenne renferme également l'orifice de la trompe d'Eustache, tube étroit qui assure la circulation d'air entre l'oreille moyenne et la partie de la gorge qui se situe au-dessus du voile du palais, à l'arrière du nez. La fonction de la trompe d'Eustache est d'égaliser les pressions atmosphériques entre l'oreille moyenne et le milieu extérieur. À l'état naturel, le tube est maintenu fermé mais il s'ouvre lorsqu'on avale ou déglutit. Cette fonction de régulation atmosphérique est mise à contribution de façon évidente lors d'un voyage en avion. Lorsque l'avion monte, la pression atmosphérique diminue et il s'en suit une évacuation de l'air comprise dans la cavité osseuse de l'oreille moyenne, et cela se passe sans trop de douleur. Cependant, lorsque l'avion descend, la pression environnante s'élève rapidement et, puisque la trompe d'Eustache est normalement fermée, l'air a peine à entrer dans l'oreille moyenne. Il est alors nécessaire de provoquer l'ouverture de la trompe d'Eustache soit en mâchant, en avalant ou en baillant, afin de faciliter la pénétration de l'air et d'être ainsi soulagé des douleurs occasionnées par les différences de pression.

En résumé, sur une distance d'environ 4 cm que totalise la longueur du conduit auditif externe plus celle de l'oreille moyenne, trois principes physiques entrent en jeu dans l'amplification des fréquences du stimulus original avant qu'il parvienne à l'oreille interne. La résonance du conduit auditif peut jusqu'à doubler la force énergétique du stimulus acoustique entrant ; l'avantage mécanique du système de levier des osselets peut la tripler ; et la concentration d'énergie due à une réduction de surface peut l'augmenter dans un rapport allant de 15 à 30 fois selon la physiologie propre à chaque individu. Le résultat final est une amplification qui peut atteindre jusqu'à 180 fois l'énergie acoustique initiale avant que le stimulus ne subisse une deuxième transduction, convertissant cette fois-ci l'énergie mécanique en énergie électrique via le milieu aqueux de l'oreille interne. On ajoutera cependant, avant de passer à l'oreille interne, que l'oreille moyenne est essentielle à l'audition en environnement aérien.

Dans un milieu aquatique, les ondes sonores peuvent facilement passer de l'espace externe à l'oreille interne, car il n'y a pas de différence de densité appréciable entre l'environnement et l'oreille interne qui est remplie d'eau. En revanche, les sons transmis dans l'air, dont la densité est mille fois inférieure à celle de l'eau, ne peuvent passer facilement dans l'oreille interne. Un système amplifiant l'intensité des ondes sonores est

donc nécessaire aux humains et c'est l'oreille moyenne qui en assume le plus grand rôle.⁹ Lorsque nous sommes sous l'eau, l'onde subaquatique est directement transmise à l'oreille interne par la voie crânienne et la rigidité du crâne, qui fait alors office de récepteur principal, abaisse de moitié la sensibilité auditive aérienne.

Dans l'eau, le son excitant simultanément les deux oreilles internes par une vibration unique de la masse osseuse crânienne, la localisation binaurale, stéréophonique, telle que perçue dans l'air est remplacée par une perception monophonique évacuant la localisation gauche/droite. Tous les sons apparaissent spatialement centrés au milieu de la tête et même émis par la tête ou juste autour de celle-ci. Cette sensation est renforcée par l'absence de toute réverbération acoustique audible. [...] Cet espace d'écoute subaquatique s'avèrera être un espace mat et enveloppant évacuant toute latéralité, réverbérations et profondeur de champ ; une sorte de mise à plat cubiste de nos paramètres d'écoute tels qu'assimilés depuis notre enfance. (Redolfi, 1991, p.39-40).

Dans l'espace externe, l'oreille amputée de ses pavillons ne saurait localiser une source sonore et c'est également le cas sous l'eau, car les vibrations crâniennes excitent les deux organes de Corti simultanément et qu'ainsi, l'auditeur est privé des indices normalement fournis par les différences interauriculaires de phase. Par contre, tel que rapporté dans l'article intitulé *La psychoacoustique : science de l'audition, science des sons*, 2005, la localisation d'une source sonore sous l'eau est possible moyennant un certain apprentissage. À cet effet, « Savel et Drake ont montré que des plongeurs assidus (auditeurs exposés au milieu aquatique) identifient raisonnablement la direction d'un son sous l'eau, dans des conditions où des non-plongeurs (auditeurs naïfs sur le plan de l'exposition au milieu aquatique) ne le peuvent absolument pas. » (Canévet et al., 2005).

3.4.4 L'oreille interne

L'oreille interne (ou labyrinthe) est constituée de la cochlée et de l'appareil vestibulaire. À l'intérieur de la cochlée se situe l'organe de Corti, siège de l'ouïe, qui est connecté au cerveau par le nerf cochléaire. Quant à l'appareil vestibulaire, il contient les organes de l'équilibre composés de trois canaux semi-circulaires qui sont reliés au cerveau par le nerf vestibulaire. Le nerf cochléaire et le nerf vestibulaire se réunissent dans le conduit auditif interne pour acheminer les informations reçues au cerveau. L'organe de Corti comprend

⁹ « Oreille » Encyclopédie Microsoft® Encarta® en ligne 2004, section 2.3 oreille moyenne http://fr.encarta.msn.com/encyclopedia_761563171/oreille.html.

environ 30 000 cellules sensorielles aussi nommées cellules ciliées, lesquelles baignent dans un milieu aqueux. Sous l'effet des variations de pression exercées sur la fenêtre ovale par l'étrier, la membrane de la cochlée effectue des mouvements qui entraînent l'activité des cils qui excitent les fibres sensorielles. C'est ainsi que l'activité du milieu liquide produit des signaux électriques dont les cellules ciliées sont porteuses. Les fréquences élevées activent les cellules neuro-sensorielles situées à l'entrée de la membrane cochléaire de façon maximale et, à mesure que les fréquences diminuent, ce sont les cellules les plus éloignées de la base qui vibrent. D'autres cellules neuro-sensorielles fonctionnent comme des récepteurs sélectifs et les cellules se comportent alors comme une série de filtres placés côte à côte et réglés chacun sur une fréquence plus basse que la précédente. Les fibres sensorielles sont raccordées au nerf auditif composé d'environ 30 000 fibres qui transmettent les signaux en provenance des cellules ciliées au tronc cérébral et au cortex auditif du cerveau. C'est alors que les données sont prises en charge par le cerveau.

L'oreille interne abrite également des canaux semi-circulaires remplis d'un liquide qui entraîne les cils de ses cellules lorsque le corps humain est en mouvement. Au nombre de trois, les canaux semi-circulaires sont placés selon des plans perpendiculaires correspondant aux trois dimensions de l'espace et forment le mécanisme maintenant le corps en équilibre malgré les changements de position. La vision, certaines cellules sensibles de la peau, les muscles et les articulations contribuent également au maintien de l'équilibre. Par exemple, alors que le vestibule indique le sens et la nature du mouvement, c'est la sensibilité des muscles et des articulations du cou qui peut préciser au système nerveux, même si les yeux sont fermés, que le mouvement a lieu au niveau de la tête.¹⁰

Par ailleurs, les technologies nécessaires à la fabrication de prothèses auditives que l'on implante directement dans la cochlée des personnes malentendantes ou celles atteintes de surdité sont désormais disponibles aux spécialistes de la santé. Décrit simplement, le dispositif servant à remplacer les fonctions d'un organe de Corti gravement atteint ou détruit comprend des minuscules microphones dont la fonction est de convertir le son de l'espace externe en signal audio. Une fois le signal audio numérisé, les données sont traitées par un programme informatique dont les sorties d'envoi sont reliées à des électrodes directement branchés sur les cellules neuro-sensorielles de l'individu. Dès lors, les électrodes fournissent l'énergie électrique nécessaire à l'activation des cellules ciliées et le nerf auditif achemine ces données au cerveau.

¹⁰ « Oreille » Encyclopédie Microsoft® Encarta® en ligne 2004, (4.2 Équilibration)
http://fr.encarta.msn.com/encyclopedia_761563171/oreille.html

3.4.5 Conclusion

Considéré dans le cadre de la théorie ambiophone, le système auditif tient la place du point *sensation auditive* dont la fonction principale est d'assurer la liaison entre les ondes sonores de l'espace externe et l'espace du savoir, où le cerveau considéré comme étant le centre d'interprétation des stimulations sensorielles. Les notions élémentaires de la physique du son ont été présentées à partir de la description des paramètres d'une onde sonore simple puis d'ondes sonores complexes périodiques et apériodiques. Ces notions ont conduit à expliquer le bien-fondé d'ajouter la catégorie des médias-son à la classification générale des sons, et d'en déterminer les deux principaux groupes, les médias-son de synthèse et les médias-son authentiques.

Les notions élémentaires de la physiologie du système auditif ont ensuite été présentées ainsi que le rôle assumé par chacune de ses trois parties au sein de l'organisme en rapport avec l'environnement. À cela s'ajoute la mise en contexte de diverses inventions technologiques sciemment élaborées par l'être humain dans le but d'accroître la portée de l'audition et d'avoir ainsi accès à une foule d'informations sur ce qui se passe dans l'environnement et qui serait autrement inaudible.

CHAPITRE IV

PERMANENCE VARIATION : PREMIÈRE ACTIVITÉ DE RECHERCHE-CRÉATION ORIENTÉE VERS LES CONNAISSANCES AUDITIVES

4.1 Introduction à l'activité *Permanence Variation*

L'activité *Permanence Variation* s'applique à trouver le moyen de vérifier l'adéquation cognitive entre un environnement sonore traditionnel tel qu'entendu sur place en temps réel et l'interprétation qu'on en fait lorsqu'entendue en dehors de son contexte d'origine par l'intermédiaire des technologies d'enregistrement microphonique et de reproduction du son. Cette première activité part du postulat que l'expression « paysage sonore » évoque de grands espaces et que plus un événement sonore a lieu loin de nous, plus il est difficile de l'identifier et de le localiser avec précision. Par ailleurs, contrairement aux enregistrements pratiqués en chambre anéchoïque où les conditions environnementales sont contrôlables, les enregistrements pratiqués en extérieur comprennent leur lot d'imprévus, notamment parce que les manifestations de la nature s'y font entendre et que le contexte environnemental laisse libre cours à l'expression d'une société, ce sur quoi je n'exerce, en tant que preneure de son, pratiquement pas de contrôle. De ce fait, l'enregistrement d'un paysage sonore rend compte de l'ensemble des événements sonores qui le composent. Aussi, *Permanence Variation* exploite la notion de paysage sonore sous un double registre : la pratique de l'enregistrement tout-terrain et l'étude du potentiel évocateur des *scènes-paysages*. Pour ce faire, j'ai conçu et réalisé une activité de recherche dans le but de savoir comment monsieur-madame tout le monde interprète les scènes-paysages lorsque celles-ci lui sont présentées en dehors de leur contexte d'origine, par l'intermédiaire d'un système de son.

4.1.1 Méthodologie de l'expérimentation

Comme point de départ, je me suis inspirée de la méthode utilisée par Nancy Jean Vanderveer lors d'une expérimentation effectuée dans le cadre de sa thèse doctorale intitulée *Ecological acoustics* (Vanderveer, 1979) à travers laquelle elle s'interroge sur les mots qu'emploieront les sujets pour identifier ce qui leur est donné à entendre. Feront-ils usage de termes propres au domaine de l'acoustique physique ou emploieront-ils des expressions décrivant une activité du milieu ? "Vanderveer conducted several experiments, one involving the identification of 30 sounds. She created these sounds live which is unique among the studies reviewed here. The listeners were asked to "write down what you hear." (Ballas, 2002, p.3). Comme le souligne Ballas, l'originalité de cette expérimentation est que le corpus à partir duquel Vanderveer a mené ses expérimentations est composé de sons témoignant d'activités « ordinaires et quotidiennes » qu'elle a elle-même bruités et enregistrés, telles que siffler, tousser, fermer une porte, frapper sur une table de bois – de métal – en vitre, remuer un trousseau de clé dans ses poches, etc. Par son expérimentation, Vanderveer a démontré que pour identifier ce qu'ils entendent, les sujets ne font pas usage de termes propres au domaine de l'acoustique physique mais emploient des expressions décrivant l'activité. En effet, les résultats démontrent que :

Almost every response referred to the sound-producing event rather than mentioning properties of the sound such as pitch, loudness, noisiness or sound-descriptive words such as hiss or squeak. For example, whistling could also be called a tone, but it was not. The sounds of finger-snapping and of drumming fingers on a table might just as well be identified as clicks, but no one did so. (Vanderveer, 1979, p.83).

Pourquoi m'inspirer de la méthode employée par Vanderveer ? Parce que ma démarche se rapproche de la sienne sur deux aspects : nos recherches expérimentales sont menées à partir de médias-son authentiques enregistrés par nous-mêmes et l'analyse des réponses se concentre sur les mots employés pour décrire les sons, dans le cas de Vanderveer, pour interpréter la scène évoquée dans mon cas. Toutefois, mon étude se distingue de celle de Vanderveer en ceci : les médias-son authentiques qu'elle présente dans ses tests témoignent d'actions isolées et de courte durée (une à dix-huit secondes en moyenne) tandis que ceux de *Permanence Variation* témoignent d'environnements sonores complexes dont la durée unitaire avoisine les deux minutes. En outre, Vanderveer demande à ses participants d'identifier ce qu'ils entendent alors que je leur demande d'écrire **sur** ce qu'ils entendent. J'exploite ainsi la notion de scènes-paysages, ces dernières étant ainsi nommées en raison des liens étroits qu'elles entretiennent avec du concept de

paysage sonore schafferien, dans le but d'obtenir de l'information sur l'adéquation cognitive entre les éléments d'un environnement sonore produits de façon traditionnelle et l'interprétation qu'on en fait lorsqu'entendus en dehors de leur contexte d'origine par l'intermédiaire des technologies du son.

Il apparaît d'une part que "The notion of ecological validity was introduced by Gibson [14] in the visual domain, to express the need to study perception under ecological conditions, *i.e.* to take contextual and environmental cues into consideration." (Guastavino, Katz, Polack, Levitin et Dubois, 2005). Cependant, dans son article intitulé "What Is Ecological Validity? A Dimensional Analysis", Schmuckler rapporte que "One of the first debates regarding ecological validity was an exchange between Brunswik (1943) and Lewin (1943) in which they discussed aspects of representative design as it related to psychology and the scientific method. [...] Brunswik (1943) provided a fascinating example of the proper use of environmental setting in a study on size constancy in which he continuously queried a participant throughout the day regarding size estimates of objects at which she happened to be looking. [...] For Brunswik, this study possessed a real-world generality, or an ecological validity, that was absent from other experimental work." (Schmuckler, 2001).

Afin d'être en mesure de prouver qu'il s'agit bien d'une copie conforme du paysage sonore originel, il m'apparaît essentiel de voir à ce que les enregistrements servant à l'expérimentation soient accompagnés d'une fiche technique sur laquelle sont inscrits, avec le plus de précision possible, des informations contextuelles sur le lieu, la date et l'heure de l'enregistrement, les conditions météorologiques, le matériel technique utilisé, la stratégie de captation microphonique ainsi que les éléments identifiés composant le paysage sonore. **Ainsi référenciés, les médias-son authentiques pourraient servir de documents audio pour d'autres domaines de recherche comme celui de la bioacoustique par exemple.** À ce sujet, le Centre d'Étude du Spectre Naturel et Anthropologique, le C.E.S.N.A¹ indique que l'archivage des patrimoines acoustiques naturels (paysages sonores sauvages) et anthropologiques (paysages sonores humains) doit garantir un minimum de qualité et surtout de *traçabilité* des prises de son pour être utilisable dans d'éventuelles recherches scientifiques. Le C.E.S.N.A suggère même à ses partisans de se munir d'un GPS pour une lecture précise du lieu géographique où l'enregistrement a été effectué. Pour sa part, Schafer reconnaît que l'écoute d'un enregistrement dévoile des détails et permet l'analyse de faits jusque là ignorés, et ajoute que la prise de son doit se faire avec le meilleur équipement et qu'elle doit être accompagnée d'une fiche

¹http://f5rhs.free.fr/bioacoustique/la_bioacoustique.htm <http://f5rhs.free.fr/menu.htm>

technique en vue de l'archivage (Schafer, 1979). Ceci étant, je souscris à l'hypothèse que la convergence coopérative qui s'établit progressivement entre la pratique artistique et la recherche scientifique passe nécessairement par l'authentification des documents audio et par la qualité sonore de tels documents. Il m'apparaît donc impératif que le corpus sonore utilisé pour la création d'activités de recherche liées au projet ambiophone ainsi que celui servant à transmettre des connaissances sur l'environnement dans lequel nous vivons doivent être soumis à des critères de validité qui en permettent l'authentification.

4.2 Conditions de l'expérimentation

Permanence Variation a été présentée lors de l'exposition *De la théâtralité dans tous les arts* qui a eu lieu à l'Université du Québec à Montréal en février 2001 dans le cadre du Forum des études supérieures et de la recherche. Cinq des six scènes-paysages sélectionnées pour l'exposition ont fait l'objet d'un enregistrement pratiqué sur le terrain : « Playa Matapalo » ; les « Tam-tam du Mont-royal » ; au « Casino de San José » ; la « Forêt tropicale » ; la « Rivière Windigo ». Il s'agit donc de scènes-paysages authentiques. La scène-paysage « Atmosphère » fait exception, car elle a été composée à l'aide d'un synthétiseur dont les sonorités générées ont été distribuées sur huit pistes avant d'être mixées pour une projection stéréophonique, il s'agit donc d'une scène-paysage de synthèse. Chacune des scènes-paysages est formée d'un plan séquence d'environ deux minutes, gravé sur un CD. Sur les lieux de l'exposition, les auditeurs étaient dans l'impossibilité de participer à l'activité autrement que par l'utilisation du casque d'écoute, ce qui a rebuté certaines personnes. Un après-midi durant, j'ai demandé aux personnes qui venaient *voir* l'exposition de participer à cette activité de recherche-crédation et quatorze d'entre eux ont accepté l'invitation. Le réglage du volume était laissé à la discrétion de l'utilisateur et la réécoute d'une scène permise. La durée totale de l'activité était d'environ quinze minutes et le titre identifiant chacune des scènes-paysages n'était dévoilé au sujet qu'une fois l'activité complétée.

4.3 Questions de recherche et méthode d'analyse

Dans le contexte d'une exposition en art médiatique, les visiteurs intéressés par l'activité *Permanence Variation* s'appliqueront-ils à identifier ce qui leur est donnée à entendre ou seront-ils portés à décrire une activité du milieu ?

L'analyse des réponses a permis d'acquérir des connaissances sur la façon dont les gens interprètent une scène-paysage donnée lorsqu'elle est présentée en dehors de son contexte original par l'intermédiaire d'un système de son, sans complément visuel et entendue sous casque d'écoute. Pour les besoins de l'analyse, j'ai d'abord regroupé les réponses des quatorze participants selon la scène-paysage écoutée (*voir* appendice D). À travers la diversité des réponses obtenues se sont dégagées des indications qui ont mené à la formation de cinq catégories thématiques organisées autour des questions : quoi ? où ? quand ? impressions ? autres ? Ensuite, les réponses ont été décomposées en mots ou en expressions que j'ai placés dans l'un ou l'autre des cinq mots-clés auxquels ils se rapportent (annexe 05). J'ai ainsi collecté des informations concernant :

- A l'identification des sons = quoi ?
- B le lieu et le contexte environnemental = où ?
- C les inscriptions concernant la temporalité = quand ?
- D les remarques évocatrices = impressions ?
- E les miscellanées = autres ?

Dans les pages qui suivent, les mots-clés « quoi », « où », « quand », « impressions » et « autres » ne sont pas analysées systématiquement mais selon qu'ils alimentent ou non ma réflexion. Je ne suis ni psychologue, ni sociologue, encore moins psychanalyste et je n'ai aucune prétention du genre. Néanmoins, les médias-son occupent de plus en plus de place dans la vie quotidienne des gens et j'explore une façon de recueillir de l'information sur le potentiel des médias-son authentiques, enregistrés en environnement traditionnel, dans l'acquisition et la transmission de connaissances sur le monde dans lequel nous vivons. Dans cette optique, j'ai cru bon de considérer les scènes-paysages en paires dans le but de pouvoir dégager des éléments de comparaison. 1. La « Playa Matapalo » et la « Rivière Windigo » se prêtent à la comparaison basée sur un même élément de la nature et, dans leur rapport à l'espace, l'immensité de l'océan tranche avec l'entour forestier de la rivière. 2. Les « Tam-tam du Mont-royal » et le « Casino de San José » mettent en scène deux activités publiques : la première est une activité culturelle accessible à la population en général et elle a lieu dans un parc ; la deuxième est une activité de jeux qui s'adresse à un public averti et elle a lieu dans un endroit clos. 3. « Atmosphère » et la « Forêt tropicale » opposent les deux principaux groupes de médias-son.

4.4 Préambule aux six scènes-paysages

Chacune des scènes-paysages fait l'objet d'un paragraphe décrivant le contexte environnemental dans lequel s'est déroulée la session d'enregistrement. Ces paragraphes présentent dans un ordre arbitraire : la description générale de la scène-paysage ; des indications concernant la méthode de captation microphonique, les aléas découlant de la prise de son tout-terrain ainsi que les indices se prêtant à la comparaison. Par ailleurs, certains éléments de réponses ont attiré mon attention de façon particulière et ils seront l'occasion d'ouvrir, en toute opportunité, des pistes de réflexion qui mériteraient, à mon avis, un examen plus approfondi. Rappelons que l'analyse s'appuie sur les mots et les expressions apparaissant sous les mots-clés qui se sont dégagés de l'ensemble des réponses et que l'intégrale des réponses est disponible en annexe. Le lecteur pourra ainsi prendre connaissance de l'ensemble des réponses et y réfléchir à sa manière, quitte à les regrouper selon un scénario renouvelé.

4.4.1 La « Playa Matapalo » et la « Rivière Windigo »

CD-10 Playa Matapalo : durée 2 min 10 s.

CD-11 Rivière Windigo : durée 2 min 03 s.

4.4.1.1 L'immensité de l'océan et l'entour forestier de la rivière

L'exposition *De la théâtralité dans tous les arts* se tient à Montréal. De ce fait, on peut supposer qu'un certain nombre de personnes participant à l'activité n'ont pas ou peu souvent vécu l'expérience intersensorielle de l'Océan Pacifique *in situ*. Par contre, étant donné la profusion de lacs et de rivières qui tapissent le territoire du Québec, on peut supposer que la plupart des participants ont l'expérience de la rivière. J'ai donc décidé de présenter deux scènes-paysages sous la thématique de l'eau mais qui ont été enregistrées dans des lieux géographiques fort différents.

Matapalo est un petit village du Costa Rica situé sur les bords de l'Océan Pacifique. À Matapalo, la mer et la forêt tropicale ne sont séparées que par une rue et ses bâtiments. Comme on peut le constater à la figure 4.1, la Playa Matapalo c'est l'horizon ininterrompu, ciel, mer et sable. Depuis le début du plan séquence, le mugissement de la mer domine la scène-paysage jusqu'à ce que survienne le vrombissement d'un avion, entre 55 s et 1 min 18 s de l'enregistrement. Le tempo de la scène est lent et marqué

par les sept vagues qui viennent s'échoir sur la grève au cours des deux minutes et dix secondes que dure la scène. **On notera ici que la durée totale de la scène n'a pas été décidée de façon arbitraire mais dans le respect du phrasé temporel et naturel des éléments en cause.** La mer produit un léger crescendo d'environ douze secondes précédant chacun des déferlements captés par les microphones tenus à une altitude d'environ 0,5 m. Pour ce faire, je me suis d'abord promenée dans l'eau dans le but de vérifier jusqu'où je pouvais m'avancer et tenir le coup malgré la force et la hauteur des vagues. Ensuite, il a fallu tester la résistance du fond sablonneux en vue de pouvoir éventuellement conserver une position fixe.



FIG. 4.1: Contexte environnemental lors de l'enregistrement de la Playa Matapalo. Photographie reproduite avec la permission de © Lise Piché.

Suite à cette étude du terrain, j'ai pu m'installer dans l'eau, à une trentaine de mètres de la grève, avec l'enregistreur audionumérique DAT porté en bandouillère et en tenant un microphone dans chaque main. La position des microphones lors de la prise de son était plus ou moins stable car je devais impérativement protéger le dispositif contre les éclaboussures ; c'était le compromis à faire pour procéder à l'enregistrement des vagues qui témoignent de la dynamique du paysage sonore de la Playa Matapalo, car l'écoute du lieu m'avait permis de constater que plus je m'éloignais de l'eau, moins j'étais en

mesure d'entendre le cycle des vagues.² Au cours des essais, j'ai appris qu'il vaut mieux effectuer une prise de son à marée descendante qu'à marée montante parce que la force avec laquelle les vagues frappent le corps est moindre et, par conséquent, les risques de couler sous l'eau avec le dispositif d'enregistrement sont réduits. Par contre, la sonorité de la marée montante diffère de celle de la marée descendante et ce mouvement de la marée³ est un exemple d'indication que pourrait contenir la fiche technique.

La rivière Windigo prend sa source dans le Réservoir Baskatong et coule à Ferme-Neuve au nord de Mont-Laurier dans la province de Québec. À la différence de la Playa Matapalo qui s'inscrit en parallèle à la forêt tropicale, la rivière Windigo se fraie un chemin à travers la forêt laurentienne. Comme on peut le constater à la figure 4.2, cette rivière est excessivement rocailleuse, sa profondeur varie entre 0,1 et 1 m, et sa largeur moyenne est d'environ 10 mètres. L'étude du terrain a également permis de constater que la rivière offrait plusieurs endroits où il était possible d'installer un système d'enregistrement multipiste et j'ai dès lors opté, à l'instar de la prise de son utilisé pour l'enregistrement de la scène musicale de *Spin 2-0-0-3*, pour une prise de son adaptée du modèle tétraédrophonique⁴ afin d'obtenir simultanément divers plans séquences de la rivière. Pour ce faire, il a d'abord fallu bricoler un système d'enregistrement multipiste transportable afin de mettre en valeur l'activité hydraulique de cette rivière, un tel ensemble n'étant pas disponible sur le marché ou en location. Ce dispositif comprend : quatre microphones munis de collets à suspension ; un trépied girafe qui peut supporter un micro à 5 m du sol et un trépied de table qui offre au maximum 30 cm de hauteur ; une console de mixage Mackie 1402 ; un enregistreur audionumérique huit pistes ADAT ; une batterie marine ; un régulateur de courant ; une table avec quatre pattes télescopiques et deux casques d'écoute. Une fois le système d'enregistrement multipiste transportable complet et fonctionnel, je suis retournée sur les lieux afin de procéder à l'enregistrement de la rivière.

La stratégie de captation microphonique de base est la suivante : un microphone est perché sur un trépied girafe de 5 m placé au milieu de la rivière et un deuxième

²L'eau, le vent et le sable sont néfastes pour les appareils électroacoustiques et, lors d'une session d'enregistrement préliminaire, je me suis faite surprendre par une vague alors que j'étais en train d'effectuer des réglages techniques sur le DAT. L'appareil s'est mis à striduler et j'ai immédiatement retiré le casque d'écoute puis regagné le rivage. Mon ouïe s'est remise de l'agression, au contraire de l'enregistreur qui est devenu inutilisable. Un second appareil, identique, avait toutefois été prévu pour parer à ce genre d'éventualités, aucun service de réparation technique n'étant disponible des centaines de kilomètres à la ronde.

³Le deuxième quatuor à cordes : *Waves* (1976) de R. Murray Schafer a été inspiré par les sons de « La mer. Le souffle du vent. Les vagues. Les ressacs. » (Portugais et Ranzenhofer, 2000, p.15).

⁴Le modèle tétraédrophonique est ainsi nommé en vertu de la disposition, lors de l'enregistrement, de quatre microphones aux sommets d'un tétraèdre virtuel.



FIG. 4.2: Contexte environnemental lors de l'enregistrement de la station 4 de la rivière Windigo.

microphone fixé à un petit trépied placé à une hauteur de 0,3 m, sur une roche affleurante, offrant ainsi un plan éloigné de la rivière et une autre à proximité de celle-ci. Parallèlement aux deux captations fixes, deux captations mobiles sont effectuées par mon assistant et moi-même remontant la rivière à gué, tenant un micro embouté à une perche dont la longueur d'un mètre permet une certaine liberté de mouvement. Cependant, parce que la rivière est jonchée de pierres et que les microphones sont reliés à la console par câbles audio mesurant 15 mètres, moi et mon assistant avançons dans l'eau d'un pas toujours incertain et en parcourant un trajet improvisé au gré des obstacles. L'enregistrement comprend des bruits incongrus causés par la sensibilité des microphones dont la membrane réagit au moindre vent et mouvement de fil, au moindre choc provoqué par le contact des os du pied sur les roches, chocs convertis en vibrations osseuses qui remontent le corps jusque dans les mains pour ensuite être transmises à la perche puis, finalement, au microphone. Profitons de l'occasion pour mentionner que ce n'est pas pour rien que les constructeurs de chambres anéchoïques investissent beaucoup d'argent et usent d'ingéniosité dans le design de planchers suspendus : c'est pour éviter l'induction de bruits par voie solidienne. Afin de réduire au minimum l'induction des bruits transmis par voie solidienne lors des sessions d'enregistrements, j'utilise des supports à microphone munis d'une suspension élastique. Néanmoins, malgré toutes les précautions mises de l'avant, il demeure extrêmement difficile d'éviter l'enregistrement de bruits provoqués par la manipulation du dispositif technique lors de la prise de son mobile et, en dernier recours, c'est l'acuité auditive et la dextérité du preneur de son qui sont garants de la qualité sonore de l'enregistrement.

Pour en revenir à la stratégie de captation microphonique, j'ai opté pour une disposition technique adaptée du modèle tétraédrophonique, car elle permet d'obtenir simultanément une captation fixe d'un plan éloigné en hauteur et d'un plan proche de l'eau ainsi que deux prises de son mobile, une étant sous la responsabilité de mon assistant et l'autre sous ma responsabilité. La captation fixe a servi à démontrer qu'à une distance de 0,5 m, les clapotis de l'eau de la rivière sont distincts alors qu'à une distance d'à peine 5 m, ils ont perdu tout trait distinctif tel que l'a démontré le document audio **CD-08 Captations microphoniques de la rivière Windigo à 0,5 m - 5 m - 0,05 m : durée 1 min . L'indice de la distance est donc à prendre en considération dans la capacité de l'être humain à identifier et à sélectionner les sons de l'environnement parce qu'ils perdent en précision au fur et à mesure que l'énergie acoustique se disperse, et ce, indépendamment de l'amplitude du son à la source ou au point événement.** Aussi, j'ai cru bon de tenir compte de l'indice de la distance dans l'établissement des critères à partir desquels juger de la validité écologique

des scènes auditives.

4.4.1.2 Analyse des réponses

- Le « quand » de la scène « Playa Matapalo » ne recueille que deux indications : le lever du soleil (période de la journée) et le printemps (période de l'année). Cette scène ne révèle donc pas d'indices significatifs quant à la période de la journée, de la saison ou de l'année. Dans les faits, l'enregistrement a eu lieu à la fin de décembre dans un pays chaud.

- À la rubrique « où », on constate que les participants s'imaginent que la scène a lieu soit au bord de l'eau (2), de la rivière (1), à la plage (2) ou en canot (1). Il semble clair que ce que l'on entend est de l'eau et que la scène se passe en extérieur. Les mots indicateurs ne désignent pas précisément de lieu géographique mais donnent plutôt une idée générale du contexte environnemental dans lequel la scène se déroule. D'ailleurs, les « impressions », regroupent 4 mots associés à de grands espaces : les mots « immensité », « loin », « vaste » et « grande traversée ».

- Les termes se rapportant à l'identification de la Playa sont nombreux. En effet, le « quoi » comprend 25 mots évoquant des paysages visuels diversifiés : la pluie (7), la mer (4), la chute (4), les vagues (3) et la rivière (1). Si l'unique rivière est éliminée au départ et que les mots pluie et chute, et mer et vague, sont réunis, cela ouvre la voie à deux pistes d'interprétation. La première repère les similitudes entre les caractéristiques physiques des sons de la pluie et de la chute, ($7 + 4 = 11$), dont les contenus spectraux et les enveloppes dynamiques sont sensiblement les mêmes. L'écoute réduite de la scène « Playa Matapalo » permet d'observer que si je retranche les sept segments comprenant le déferlement des vagues, j'obtiens 1 min 20 s de son de la mer qui s'apparente à celui de la pluie, d'une chute ou encore au bruit blanc de laboratoire. On remarquera, en outre, que sous la colonne « autre », le mot « vent » récolte (5) mentions, les « applaudissements » (1) de même que le « bâton de pluie ». En environnement traditionnel, le son de la pluie varie principalement en fonction des conditions météorologiques et du contexte environnemental dans lequel elle tombe ; le son d'une chute est plutôt homogène et son intensité dépend du débit de l'eau et de la hauteur de la chute, tandis que le son de la mer offre un crescendo durant toute la montée de la vague dont l'intensité atteint son paroxysme lorsqu'elle se brise. À l'opposé, le contenu spectral du bruit blanc de synthèse est neutre au départ, son enveloppe dynamique est uniforme, et il revient à l'utilisateur d'en modifier les paramètres ou d'en programmer l'évolution spectrale. Au cinéma, on

utilise le bruit blanc de synthèse que l'on modèle, à l'aide d'un logiciel de traitement du signal audio, pour accompagner aussi bien un paysage sous la pluie qu'une promenade aux chutes de la Niagara, un vent qui souffle dans les arbres qu'une tempête de neige. L'utilisation du bruit pré-fabrique pour imiter le son de l'eau ou du vent, etc. est une pratique courante et, malgré le fait que cela appauvrit la qualité du contrepoint audiovisuel, c'est là mon avis, une telle pratique ne semble pas poser de problème quant à la compréhension du film. Par contre, il me semble hasardeux d'employer du bruit de synthèse pour simuler les sons de l'océan, du vent, de la pluie ou autres, qui serviront à transmettre des connaissances sur l'environnement dans lequel nous vivons à des personnes qui n'ont jamais vu et peu ou pas entendu le son de la mer ou de la rivière au cours de leur vie, car une scène auditive créée par synthèse sonore ne provient pas d'un fait authentique qui a eu lieu dans un environnement traditionnel.

Une deuxième piste d'interprétation s'ouvre avec l'union des mots « mer » et « vague » ($4 + 3 = 7$), qui sous-tendent un mouvement évoluant dans le temps et dans l'espace. L'immensité de l'océan offre une profonde perspective auditive d'où s'amène une vague qui prend de l'ampleur jusqu'à ce qu'elle vienne se briser sous les microphones qui, toujours en fonction, captent le pétilllement de l'eau en surface lors du ressac, donnant l'impression d'un quasi-arrêt avant de recommencer son cycle. **Considérant ces caractéristiques, l'unité temporelle appropriée dans la scène « Playa Matapalo » a été déterminée par le temps que met une vague à accomplir un cycle complet.** Aussi, j'ai déterminé un critère d'ordre temporel dans l'évaluation de la validité écologique des scènes auditives, celui visant à respecter le « phrasé »⁵ des éléments qui entrent en cause dans la production du son. Ouvrons une parenthèse au sujet du phrasé. Il revient à l'ambiophoniste de « grouper les sons de manière intelligente », en déterminant, en fonction des éléments sonores en cause, ce qui forme l'unité temporelle de la scène. L'unité temporelle est à prendre en compte lors de l'enregistrement, que l'on pense au phrasé des vagues de la Playa Matapalo, et à l'étape du montage, lorsqu'il s'agit de déterminer la durée des plans-séquence choisis pour l'activité.

Par ailleurs, deux participants ont signalé le *passage* d'une automobile et un autre le passage de quelque chose, sans toutefois en préciser la nature et, à cela s'ajoutent deux mentions de bateaux pour un total de cinq *motorisés* : aucune personne n'a identifié littéralement le son de l'avion qui est passé dans le ciel lors de l'enregistrement. Toutefois,

⁵Le phrasé est l'« Art de grouper les sons de manière intelligente en dosant judicieusement les liaisons, les respirations et les accentuations. Considéré de tout temps comme un des éléments les plus importants de l'interprétation, le phrasé a été longtemps laissé à l'initiative des exécutants, sauf à les juger en fonction de lui. » (Chailley, 1982, p.1224).

ces trois sujets ont imaginé le passage d'un quelconque motorisé, inscrivant ainsi l'idée de mouvement dans l'espace. À cet effet, on note que sous la colonne « impressions », une phrase inscrit le mouvement d'un canot qui se rapproche et s'éloigne d'une chute tandis qu'une autre rapporte un nageur qui remonte à la surface puis redescend. **En tout, trois passages dans l'axe horizontal, un déplacement dans l'axe proche/lointain et un autre dans l'axe vertical ont été signalés à l'écoute de la scène-paysage Playa Matapalo.**

Passons maintenant à l'identification de la rivière Windigo. Alors que l'eau d'un lac est naturellement silencieuse, les mers et les rivières s'« expriment » continûment sans toutefois tenir le même discours, ce que confirme notre analyse des réponses de la scène-paysage « Rivière Windigo ». En effet, il est fort intéressant de constater que (12) des (14) sujets ont mentionné qu'il s'agissait d'une rivière ou d'un ruisseau, et plus intéressant encore est le fait que (4) l'ont située dans un milieu boisé, malgré le fait que les sons d'oiseaux ou les sons relatifs à des activités forestières soient totalement absents de la scène-paysage « Rivière Windigo ». J'attribue la facilité des gens à identifier le son de la rivière au fait que l'exposition se soit tenue à Montréal, une ville dont la population en général a l'occasion d'entendre couler de vraies rivières car elles sont nombreuses au Québec, et qu'au Québec, les rivières coulent plus souvent qu'autrement en milieu boisé. **Cette analyse annonce que la réalité géographique d'un groupe de participants peut avoir une incidence notable sur la capacité d'identifier correctement des scènes-paysages authentiques.**

La cause du fait que la « Playa Matapalo » ait évoqué des images diverses telles la pluie, la chute, le vent et les applaudissements alors que le nombre de réponses concernant l'identification correcte de la rivière est élevé, je suis d'avis qu'il serait intéressant d'explorer davantage les effets perceptuels liés au contrepoint audio-visuel dans le cas de l'eau. Aurais-je obtenu des résultats semblables si, au lieu de présenter ces deux scènes auditives, j'avais présenté leurs correspondantes visuelles ? Dans cet ordre d'idées, il m'apparaît évident que si une photographie de l'océan avait accompagné la scène « Playa Matapalo » lors de l'activité, elle aurait correctement été identifiée par l'ensemble des participants. Aussi, **afin de prouver l'authenticité d'une scène auditive, il me semble important de produire sur le champ, un document visuel de l'environnement dans lequel a lieu l'enregistrement.**

4.4.2 Les « Tam-tam du Mont-Royal » et le « Casino de San José »

CD-12 Tam-tam du Mont-Royal : durée 2 min 06 s

CD-13 Casino de San José : durée 2 min 03 s.

4.4.2.1 Deux activités connues du public montréalais : le « Casino de San José » et les « Tam-tam du Mont-Royal »

L'événement interculturel les « Tam-tam du Mont-Royal » a lieu au pied de la fameuse montagne de Montréal tous les dimanches depuis des dizaines d'années. Débutant le printemps et se poursuivant jusqu'à la mi-automne, l'événement rassemble des centaines de personnes qui se rendent au parc pour jouer de la musique. Il en résulte une scène musicale hétéroclite où la cacophonie s'harmonise et les genres s'hybrident. La stratégie de captation microphonique que j'ai adopté pour l'enregistrement de cet événement a été la suivante : je me positionne à une minute de marche de l'obélisque que l'on peut voir à la figure 4.3, place centrale du « jam session », enclenche l'enregistrement, puis me dirige d'un pas maîtrisé vers le monument. Conséquemment, la prise de son passe graduellement du plan éloigné au plan rapproché, de 0 à 1 min 12 s, et cela enregistre des indices concernant une certaine distance parcourue : comment le parcours d'une telle distance sera-il perçu ? De 1 min 12 s à 1 min 34 s, je m'adonne littéralement à une danse *microphonique* avec les tambours et exploite ainsi des effets de mouvements. Avant d'arriver sur place, j'avais l'intention de demeurer immobile en plein cœur des activités musicales durant l'enregistrement. Cependant, je me suis retrouvée quelque peu dans l'obligation d'opérer le système d'enregistrement en me déplaçant continuellement puis en dansant malgré mon bon vouloir. C'est qu'au cours de l'écoute des lieux, casque d'écoute sur la tête et tenant en mains une perche à laquelle deux microphones sont raccordés, les groupes d'instrumentistes dispersés sur le terrain n'entendaient pas d'un bon œil le fait que je m'arrête et me positionne devant eux pour enregistrer leur musique. En marchant de façon continue, je ne faisais que passer et c'est avec cette stratégie que j'ai pu me retrouver pendant un certain temps au cœur de l'action sans être perçue comme une intruse ou sans provoquer un arrêt de jeu. Il s'ensuit donc un éloignement, de 1 min 34 s à 1 min 41 s, puis un rapprochement, 1 min 41 s à 1 min 51 s, et, pour la finale, un éloignement accompagné d'un fondu en sortie, 1 min 51 s à 2 min 05 s.

Situé à proximité des maisons de ville comme on peut le constater à la figure 4.4, l'environnement sonore du Casino de San José n'a rien de particulier, il résonne comme les



FIG. 4.3: Prise de notes sur les temps et les trajectoires empruntées pour la prise de son des Tam-tam du Mont-Royal. Photographie reproduite avec la permission de © Diane Lebel.



FIG. 4.4: Le Casino de San José.

autres Casino. Au Casino, l'agencement de quelques notes suffit à établir un pseudo dialogue entre l'être humain et les machines à sous ainsi qu'aux tables de jeux. Ces dernières font entendre leur ritournelle récurrente dès qu'on y introduit de l'argent. Quoiqu'il y ait une trentaine de personnes dans le Casino lors de la prise de son, les conversations et les échanges vocaux sont masqués par le bruit constant des machines. Néanmoins, à partir de 1 min 35 s, des voix viennent s'ajouter au tumulte provoqué par les activités du milieu tout en conservant, comme dans tous les casinos du monde, un certain anonymat. Cette environnement sonore est comparable à celui du Casino de Montréal, activité publique de la scène montréalaise. Au Casino de San José, je devais opérer incognito. Par conséquent, j'ai dû utiliser un système d'enregistrement compact afin de le dissimuler dans mes vêtements. Cela n'a toutefois pas appauvri la qualité de l'enregistrement, le contenu spectral du son des machines étant somme toute de structure assez simple et de registre limité. Stationnée à deux mètres d'un îlot de machines à sous avec les microphones dans les poches, ma position lors de l'enregistrement est obligatoirement fixe et stable. Il n'est pas question ici d'effectuer une prise de son mobile car mes déplacements entraîneraient des frottements continuels entre les vêtements et les microphones ce qui induirait inévitablement des bruits incongrus.

4.4.2.2 Éléments de comparaison

En regard des éléments de comparaison offerts par les scènes-paysages « Tam-tam du Mont-Royal » et « Casino de San José », rappelons que la scène des Tam-tam se déroule à l'extérieur, dans un environnement ouvert, alors que les activités du Casino ont lieu à l'intérieur, dans un environnement clos et insonorisé. En ce qui a trait à la perspective, le lointain de la scène qui a lieu sur le Mont-Royal est beaucoup plus « éloigné » de l'auditrice/preneure de son que le lointain de la scène du Casino de San José circonscrit par les murs entourant une aire de jeu d'environ 50 mètres carrés. Deux perspectives sont ainsi proposées. Rappelons également que la scène des Tam-tam a fait l'objet d'une prise de son mobile alors que la scène du Casino a fait l'objet d'une prise de son fixe. Quel impact ces différences de perspective ont-elles sur l'interprétation de ces scènes-paysages ?

Commençons par les mots regroupés sous la colonne du « quoi ». Dix participants identifient la scène-paysage « Tam-tam du Mont-Royal » comme étant un événement à caractère festif qui a lieu en extérieur par l'utilisation des mots : (4) « festival », (3) « parade », (2) « fête » et (1) « défilé ». À l'aide du tableau synthèse des réponses, on lit que six d'entre eux précisent que cet événement passe, s'approche ou s'éloigne mais en

fait, c'est moi qui me dirige vers le monument pendant l'enregistrement, m'en éloigne puis m'en rapproche et danse parmi les instrumentistes. Ainsi, mon parcours a été interprété comme étant le déplacement d'un certain nombre de personnes. En outre, deux auditeurs ont noté avoir entendu un train au loin en début de scène et qu'à un certain moment, ils se sont rendus compte qu'il s'agissait de tam-tam. Cela suggère qu'il existe un seuil dans l'axe proche/lointain, compte tenu des caractéristiques du lieu, à partir duquel un événement sonore se précise au point d'en permettre l'identification correcte. J'attribue cette perception au fait que j'ai procédé à l'enregistrement de cette scène positionnée à environ 40 mètres du lieu central des activités et en avançant dans sa direction. Sous le « où », les Tam-tam sont associés à l'Afrique (5) et à l'Amérique du sud (3), deux immenses territoires, mais sans plus de précisions. Un des répondants fait exception, car il a clairement reconnu cette activité publique auquel il a déjà participé. En regard de l'ensemble des réponses, il semble clair pour tous que l'événement des Tam-tam a lieu à l'extérieur. Cependant, aucun mot relatif à la période de la journée ou de l'année n'y figure.

En ce qui a trait au lieu « où » se déroule la scène-paysage du Casino de San José, les indications sont plus précises et les villes de Cannes, Bangkok, New York et Montréal sont citées. Il n'y a pas de liens géographiques et culturels prédominants entre ces villes et la ville de San José, et cela suggère que l'ambiophonie des casinos n'offre pas ou peu d'indices de cet ordre. L'environnement sonore des casinos est en partie sous le contrôle des fabricants des appareils qu'on y trouve et le pouvoir des sons est exercé par les ritournelles spécialement composées pour ces machines. À ce sujet, le Dr. James J. Kellaris⁶ a écrit deux articles dont les intitulés sont fort révélateurs "Identifying Properties of Tunes That Get Stuck in Your Head : Toward a Theory of Cognitive Itch", (2001), puis "Dissecting Earworms : Further Evidence on The Song-Stuck-In-Your-Head Phenomenon", (2003). Par ailleurs, on semble croire que l'endroit est vaste et qu'il y a beaucoup de personnes sur les lieux tels que le suggèrent les mots : « foire », « marché en plein air », « marché asiatique », « trop de monde », « beaucoup de personnes », « surabondance », alors que dans les faits, il y avait au plus une trentaine de personnes dans le casino au moment de l'enregistrement.

Quant à l'identification, les ritournelles des machines renvoient à : (4) « arcades », (2) « casino », (2) « machines à boules », (1) « Nintendo » et (1) « jeu vidéo ». Qu'ont en commun ces divers appareils ? Ils émettent tous des médias-son de synthèse, et je présume que les motifs musicaux qui leurs sont attribués s'inscrivent dans une visée qui

⁶D'ailleurs, le domaine du marketing s'intéresse vivement à la chose : <http://business.uc.edu/James-Kellaris>

se rapproche du *Song-Stuck-In-Your-Head Phenomenon* de Kellaris. En ce qui a trait aux arcades, elles alignent bon nombre de machines qui sollicitent une plus grande participation de leur clientèle que celles des casinos. C'est le cas des jeux simulant des mitraillettes pétaradantes ou encore des voitures de course, moteurs mugissants et crissements de pneu à l'avenant. Ce type d'appareils réagit avec un certain dynamisme aux actions du joueur alors qu'au casino, la machine est programmée et indépendante des actions du joueur dont la participation est très limitée : je mets de l'argent dans la machine et je pèse sur le bouton. Toujours en ce qui a trait à l'identification, il est intéressant d'observer qu'une personne a identifié des percussions avant de réaliser qu'il s'agissait d'un Casino pour ensuite reconnaître une arcade. Ceci vient renforcer l'hypothèse qu'il existe un seuil de distance dans l'axe proche/lointain à partir duquel un événement sonore se précise au point d'en permettre l'identification correcte. On se rappellera à ce sujet qu'à l'écoute des Tam-tam du Mont-Royal, deux personnes ont d'abord cru entendre un train avant d'en venir à identifier les percussions.

Si les Tam-tam du Mont-Royal font l'unanimité quant au caractère festif de l'événement, lequel ne semble pas susciter de réactions émotives particulières chez les individus, au contraire, la scène du Casino suscite des réactions émotives dissemblables. Les mots « ouf », « fouillis », « bas-fond », « stress » et « fixation » se mêlent aux « rien », « je m'amuse » et « joue », des mots qui dénotent des états d'âme marqués et fort différents. À l'écoute de la scène du Casino, les sujets se sentent directement interpellés tandis qu'à l'écoute de la scène des Tam-tam, ils s'inscrivent plutôt en spectateurs.

4.4.3 La « Forêt tropicale » et « Atmosphère »

CD-14 Forêt tropicale : durée 2 min 14 s ;

CD-15 Atmosphère : durée 2 min 13 s.

4.4.3.1 Scène auditive authentique vs scène auditive de synthèse

L'enregistrement de la « Forêt tropicale » a eu lieu du côté opposé à la mer, de l'autre côté de l'unique chemin carrossable de Matapalo au Costa Rica et forme donc une ligne parallèle à la Playa que l'on aperçoit au centre de la photographie présentée à la figure 4.5. Nous sommes à la fin décembre et il est environ 6 h 30 min du matin. La nature se réveille, le gazouillis des oiseaux se fait entendre, la vache meugle, le chien du voisin jappe à cause de moi, bien sûr, et la mer bourdonne au loin. Quatre microphones

ont été accrochés à intervalles de 6 m sur la clôture qui trace une ligne de démarcation entre les terrains habités et la forêt. Idéalement, l'installation aurait dû être faite dans la forêt même, mais on comprendra que je n'aie osé m'y aventurer, car elle m'était tout à fait étrangère. Le bourdon de la mer s'entend au loin comme un murmure grave et discret et la distance entre la mer et les microphones est telle (environ 150 m) que l'enveloppe dynamique du son qu'elle produit nous paraît constante et de faible intensité. À cette distance, je n'entends plus le crescendo de la vague, non plus son déferlement, mais je perçois un bourdon omniprésent qui participe à l'expression de la nature.



FIG. 4.5: Orée de la forêt tropicale à Matapalo.

La scène-paysage « Forêt tropicale » est authentique et couplée à la scène-paysage « Atmosphère », une scène auditive composée exclusivement de sons de synthèse. Ces sons n'ont donc pas fait l'objet d'une captation microphonique et, par conséquent, ne témoignent d'aucun événement sonore qui s'est réellement produit dans le passé. « Atmosphère » a été conçue et réalisée *in abstracto* pour servir de trame sonore à la tragédie futuriste intitulée *Ter Disci* dont la figure 4.6 offre un point de vue en plongé et dont voici une brève présentation :

La scène se déroule après la fin d'un monde, celui que l'on vit actuellement.

[...]après que les privilégiés se soient construits des bases orbitales, satellites de la Terre, et que la planète soit devenue leur immense dépotoir où l'on retrouve toutes les poubelles de l'Histoire. L'action a lieu quelque part sur terre, sur l'île d'Oms, une île de déchets au milieu des marécages. Un petit camp de mutants, dans une autre réalité, vit son quotidien, jusqu'au jour où Taltos, leur Dieu, désire s'incarner. Ce sera, pour tout le clan, la quête des Talismans sacrés, essentiels à l'incarnation du Taltos.⁷

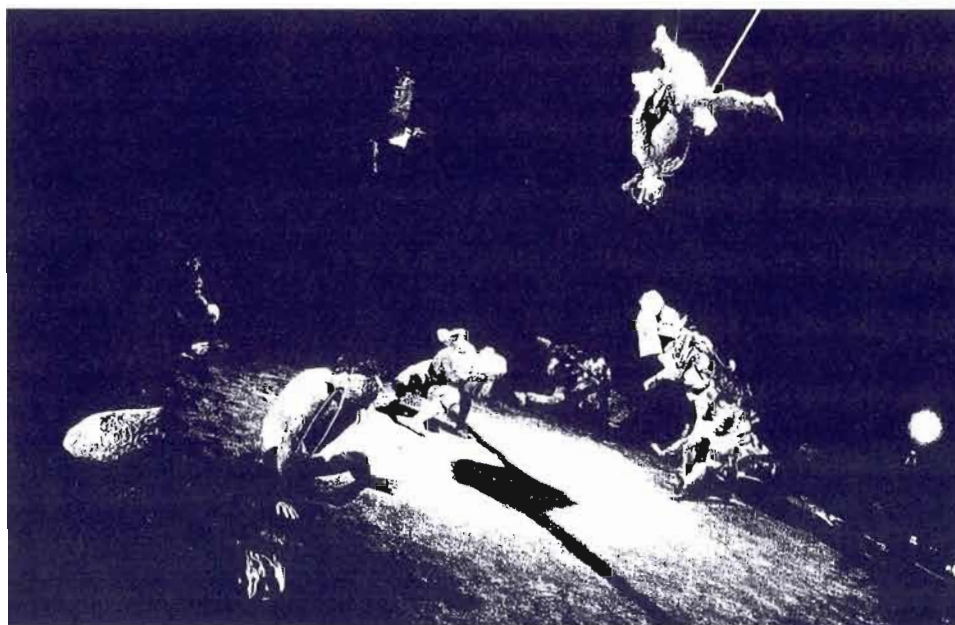


FIG. 4.6: Scène visuelle extraite de la tragédie futuriste *Ter Disci* avec Natalie Lamarche en voltige.

Superposés les uns aux autres, les divers algorithmes d'« Atmosphère » génèrent des sons qui, par des procédés techniques de mixage multipiste, apparaissent et disparaissent, s'enchaînent, se croisent et se fondent pour former une ambiophonie dont la morphologie est en constante évolution. Les technologies informatiques actuelles permettent de fabriquer, de conserver et de produire des algorithmes hautement complexes dont la formulation est déterminée par le compositeur, le chercheur ou encore le fabriquant. Que la finalité du projet soit d'ordre esthétique et/ou scientifique, professionnel ou amateur, les outils technologiques employés sont sensiblement les mêmes.

⁷Note de programme du spectacle *Ter Disci*, une création interdisciplinaire de N. Lamarche, Y. Legault et C. Piché. Production 1996.

4.4.3.2 Éléments de comparaison

La scène-paysage authentique et la scène-paysage de synthèse ; la nature au petit matin et une fiction. Encore ici, étant donné que l'exposition se tient à Montréal, on peut supposer qu'un certain nombre de participants à l'activité n'ont pas ou ont peu souvent vécu l'expérience intersensorielle de la forêt tropicale mais qu'ils ont vraisemblablement fréquenté la forêt du Québec. Comment l'espace est-il perçu à l'écoute de la Forêt Tropicale, captée là où le paysage fait entendre la faune et l'océan à perte d'ouïe ? Quant à « Atmosphère », les auditeurs reconnaissent-ils d'entrée de jeu qu'il s'agit d'une composition comprenant exclusivement des sons de synthèse ? Se dégage-t-il des traits distinctifs entre les réponses concernant « Atmosphère » et les cinq autres scènes-paysages ?

Il est fort intéressant de constater que deux personnes indiquent, à raison d'ailleurs, qu'« Atmosphère » est une trame sonore spécialement conçue et réalisée pour une application particulière : l'une imaginait une « cérémonie religieuse sinistre » et l'autre un « film de science-fiction ». Autre trait particulier à la scène « Atmosphère », l'ensemble des mots appartenant aux colonnes du « quoi » et des « impressions » gravite autour de deux pôles suggérés par les syntagmes : « le son du cosmos » et « j'appréhende le fond de la mer ». Ces lieux ne constituent pas des habitats naturels pour l'être humain et les autres mots indiquent que les auditeurs nagent dans le clair-obscur imaginaire en ce qui a trait à l'identification du contexte environnemental : « ça plane », « voix d'en dessous », « étrange », « voyage au centre de la terre », etc.

À l'opposé, le « quoi » de la scène « Forêt tropicale » renvoie à ce qu'elle représente, l'auditeur entend la « forêt tropicale », la « nature », la « jungle », des « oiseaux », un « chien » et un « perroquet ». De surcroît, la colonne « quand » y récolte les mots, (4) « étés » et (1) « matin », alors que l'ensemble des cinq autres scènes-paysages ne se partage que (4) mots relatifs à la période de l'année ou de la journée. L'association entre l'expression de la nature et la période de l'année nous semble claire et nous l'expliquons du fait qu'au Québec, la composition du paysage sonore change considérablement selon la saison et que ses habitants sont sensibles à ces changements. Cette analyse vient soutenir l'hypothèse annoncée plus haut à l'effet que la réalité géographique d'un groupe de participants a une incidence notable sur la capacité d'identifier correctement des scènes-paysages authentiques.

4.5 Critères à partir desquels juger de la validité écologique des scènes auditives

Le troisième principe de l'*Odyssée des médias-son* stipule que pour être conforme aux exigences du projet ambiophone, les médias-son utilisés pour la création d'activités de recherche ainsi que pour la production de matériel conçu et réalisé dans le but de transmettre des connaissances sur l'environnement dans lequel nous vivons doivent être obtenus par des enregistrements pratiqués sur le terrain et la scène auditive retenue pour l'exercice doit répondre, dans une certaine mesure, aux critères énoncés ci-dessous. La validité de type écologique a été retenue parce que les enregistrements de terrain témoignent d'événements concrets qui permettent l'étude des rapports existant entre l'être et son environnement.

Aussi, la norme SAVÉ prend appui sur les cinq critères de base suivants :

1. Le support média comprenant les scènes auditives à validité écologique a servi pour une session d'enregistrement acoustique pratiqué sur le terrain, en environnement traditionnel.
2. Une scène auditive à validité écologique respecte une unité de lieu et de temps, et la sonorité reproduite à l'aide du système de son demeure fidèle, autant que possible, à la sonorité originelle.
3. La durée d'une scène auditive à validité écologique respecte le phrasé « naturel » du principal élément qui la compose.
4. Le support média comprenant les scènes auditives à validité écologique est accompagné d'une fiche technique sur laquelle sont inscrites des informations sur :
 - le lieu, la date et l'heure de l'enregistrement ;
 - l'identification des principales sources sonores ;
 - des notes sur la distance comprise entre les microphones et ces dernières ;
 - les mesures d'intensités sonores en db(A) et db(C) prises à l'endroit des micros ;
 - le matériel technique utilisé ;
 - la stratégie de captation microphonique ;
 - la description du contexte environnemental dans lequel a lieu l'enregistrement.
5. L'ambiophoniste doit être en mesure de prouver la véracité des renseignements inscrits sur la fiche technique. Il est donc recommandé de prendre des clichés visuels lors des sessions d'enregistrement ou tout autre élément de preuve.

Par l'adoption de ces critères écologiques, je suggère des directives à suivre afin d'être en mesure de prouver l'authenticité des médias-son sur lesquels est inscrit l'acronyme SAVÉ. L'inscription SAVÉ indique donc que le contenu du média-son porte l'empreinte d'événements sonores qui ont eu lieu dans l'espace et dans le temps et que les dispositions jugées nécessaires ont été prises afin que son contenu puisse servir à diverses applications et à l'avancement du savoir dans divers domaines de recherche.

4.6 Conclusion

Par le biais de l'activité de recherche-crédation intitulée *Permanence Variation*, il a été mis en évidence que les stratégies de captation microphonique tout-terrain menant à l'acquisition des scènes-paysages comportent des défis qui vont bien au delà de la simple manipulation de l'appareillage technologique. Apporter des solutions aux problèmes techniques rencontrés *in situ* fait partie prenante de la problématique entourant l'acquisition de documents audio sur l'environnement et ce savoir-faire s'acquiert par l'expérience de terrain. Rendre compte des difficultés rencontrées sur le terrain et des moyens pris pour y remédier constituent une avancée dans un domaine dont le sujet est très peu documenté.

Par ailleurs, l'analyse des réponses a fait ressortir l'influence du facteur temporel dans le décodage des informations repérées à l'écoute des scènes-paysages. Par exemple, on dénote que bien souvent, l'identification de la scène ou l'impression pressentie au départ sont réinterprétées au fur et à mesure que s'écoule le temps d'écoute. Un deuxième facteur à considérer concerne la distance comprise entre le microphone et la source des événements sonores ayant cours lors de l'enregistrement. À cet effet, on constate que lorsqu'il s'agissait d'une captation microphonique mobile, les participants ont été en mesure de déceler des déplacements. Les réponses manquaient toutefois de précision quant au tracé du trajet. Pour ma part, l'écoute des lieux et l'exercice de la prise de son ne laissent aucun doute sur le fait que dans des conditions tout-terrain, plus un événement sonore est loin de moi ou des micros plus il perd en définition et plus il devient difficile de l'identifier correctement.

Suite à l'analyse rétrospective de l'activité *Permanence Variation* et devant la grande diversité des réponses obtenues, j'ai été placée devant l'évidence que le dépaysement de l'auditeur est plus profond que je ne le pensais, que la rupture intersensorielle joue un rôle plus important que je ne l'avais imaginé dans l'identification d'une scène auditive à validité écologique présentée en dehors de son contexte originel par l'intermédiaire d'un système de son. J'en suis arrivée à la conclusion que les scènes-paysages choisies et la

méthode employée pour l'expérimentation devaient être modifiées afin de permettre une anticipation concluante des résultats sur l'adéquation cognitive entre un environnement sonore traditionnel tel qu'entendu sur place en temps réel et l'interprétation qu'on en fait lorsqu'entendue en dehors de son contexte d'origine par l'intermédiaire des technologies d'enregistrement et de reproduction du son. Afin d'atteindre cet objectif et dans le but de favoriser un rapprochement entre ma pratique artistique et la recherche scientifique, j'ai élargi mon propre champ d'étude et investigué l'Analyse de scènes auditives et le problème des mixtures sonores du point de vue *bregmanien*.

CHAPITRE V

LE PROBLÈME DES MIXTURES SONORES ET DE LA VALIDITÉ ÉCOLOGIQUE

Qui dit médias-son authentiques dit enregistrements de terrain et qui pratique l'enregistrement de terrain s'expose au problème des mixtures sonores. Au premier chapitre, le problème des mixtures sonores a été abordé de manière intuitive, d'un point de vue artistique et dans une visée compositionnelle. Suite à la représentation offerte aux groupes de personnes ayant une déficience visuelle et après avoir posé les fondements théoriques de l'approche ambiophone, je me penche sur le problème des mixtures sonores par l'approche ambiophone et suivant le modèle épical, en adoptant l'attitude d'une auditrice qui cherche à décomposer la mixture sonore environnante pour en extraire ce qui lui est significatif. Dans l'hypothèse qu'il existe une convergence coopérative qui s'établit progressivement entre les pratiques artistiques et la recherche scientifique, j'ai emboîté le pas en direction d'un domaine qui traite du problème de la décomposition des mixtures sonores d'un point de vue scientifique. Il sera d'abord question de l'approche bregmanienne, de laquelle je dégagerai des points de comparaison avec l'approche ambiophone, puis seront introduites les diverses recherches dont la lecture m'a permis de cibler les intérêts et les limites de la deuxième activité de recherche au programme de ma thèse-crédation. Cette étude m'a conduite à mettre en place un modèle d'activité de recherche conforme aux principes fondamentaux de l'*Odyssée des médias-son* et à préciser la distinction entre les activités de recherche de nature artistique et la recherche expérimentale de nature scientifique, notamment en ce qui a trait à la validité écologique des expérimentations.

5.1 La scène auditive bregmanienne

En 1989, dans l'avant-propos du recueil de textes intitulé *Psychoacoustique et perception auditive*, Marie-Claire Botte annonçait la tendance qui se manifestait dans ces

domaines de recherche :

Actuellement, les psychoacousticiens se montrent très curieux au sujet de la représentation dans le système nerveux des différentes dimensions des stimuli acoustiques. Ils se soucient également de connaître le type et les règles de fonctionnement mis en jeu par le système auditif pour structurer la perception, y compris les mécanismes d'ordre supérieur, souvent appelés « processus cognitifs ». (Botte, 1989, p.11).

L'année suivante, Albert S. Bregman confirme cette nouvelle tendance par la publication de ses travaux de recherche en psychologie expérimentale. Vingt années de recherches sont alors réunies et publiées sous l'intitulé *Auditory Scene Analysis : Perceptual Organization of Sound*¹ dont voici l'extrait qui a servi de point de départ à mon étude.

Forgée par des informaticiens dans le domaine de la vision [...] l'« analyse de scènes » désigne la stratégie par laquelle l'ordinateur regroupe l'ensemble des propriétés visibles – pourtours, textures de surface, couleurs, distances, etc. – d'un même objet. Ce processus permet de déterminer la forme globale et les propriétés correctes d'un objet. Par analogie, l'analyse de scènes *auditives* est le processus réunissant en une unité perceptive l'ensemble des signaux provenant, dans une période de temps donnée, d'une seule source sonore de l'environnement. (Bregman, 1994, p.12).

À ma lecture, cet énoncé indique que l'approche *bregmanienne* porte un intérêt pour ce qui a trait à la modélisation du système auditif, ce que semble confirmer la mise en contexte du problème des mixtures sonores exposée dans l'extrait suivant :

Imaginons que nous équipions le robot d'une paire de mécanismes sensoriels tenant lieu d'oreilles et que nous y incorporions toutes les propriétés de l'audition humaine. Le robot éprouvera néanmoins une grande difficulté à utiliser l'information reçue, en particulier les mixtures sonores². N'importe quel signal sera enregistré en tant que somme de l'ensemble des sources sonores activées simultanément au moment de la captation. Supposons que le robot ait en mémoire une définition du timbre d'une voix énonçant un mot particulier. Il n'est pas sûr pour autant qu'il pourra l'identifier, la présence d'autres sons pouvant générer une situation où aucun des segments perçus n'est suffisamment proche de la définition en question. Pire même, la perception d'un

¹L'analyse des scènes auditives est reconnue sous l'acronyme ASA par la communauté de chercheurs, notamment dans les domaines de la psychologie cognitive de l'audition, de l'audiologie, de l'intelligence artificielle et des neurosciences.

²*N.d.T.* - La mixture est un agglomérat de sons distincts.

mot pourra résulter de la combinaison fortuite de deux voix. (Bregman, 1994, p.11).

Les situations énoncées ci-haut font ressortir le problème de l'identification des divers sons composant une mixture qui se présente aux capteurs du robot sous la forme d'un tout énergétique. Dans l'extrait qui suit, le problème posé concerne la localisation d'une source sonore.

Voici un autre exemple du type de difficulté que pourrait rencontrer le robot. Selon les psychophysiciens, l'intensité des sons parvenant aux deux oreilles peut servir d'indice pour inférer la localisation d'une source sonore. Mais comment le robot saura-t-il, lorsqu'il compare l'intensité aux deux « oreilles », qu'il analyse l'énergie dérivée d'une source sonore unique ? S'il y a deux sources sonores situées en des endroits distincts, la stratégie simple consistant à évaluer l'intensité aux deux oreilles ne fonctionne plus : il faut alors comparer les intensités dérivées de chacune des sources sonores. Comment peut-il connaître la quantité d'énergie provenant de chaque source sonore à chacune des oreilles ? (Bregman, 1994, p.12).

Pour ajouter au questionnement, qu'advierait-il si un même son était projeté par deux haut-parleurs positionnés dans l'axe horizontal, à égale distance du robot et avec la même intensité ? Le robot identifierait-il deux sources sonores ou serait-il sujet aux mêmes illusions auditives qu'un être humain placé dans une situation identique ?

Dans la plupart des situations naturelles d'écoute, un ensemble de sons, constituant une *scène auditive*, parviennent simultanément ou successivement à notre oreille. Face à de telles situations, le système auditif parvient très bien à isoler et à identifier les différentes sources présentes dans l'environnement sonore : le système auditif analyse la scène auditive. Pour réaliser cette analyse, le système auditif se base sur les caractéristiques acoustiques communes aux signaux issus d'une même source sonore. (Canévet, Demany, Grimault, McAdams, Pressnitzer, 2005).

Je ne suis pas spécialiste de l'Analyse des scènes auditives, toutefois, je suis d'avis que le système auditif humain, à l'instar du « mécanisme sensoriel » du robot, réagit à l'énergie acoustique qui le stimule sans discrimination a priori quant à la nature et la position des sources. Il m'apparaît plutôt que ce soit le tandem neurophysiologique formé par le système auditif et le cerveau qui autorise l'identification des différentes sources sonores présentes dans l'environnement. L'être humain est ainsi capable de porter son attention sur un événement particulier de la scène auditive ou d'en extraire ce qui est

significatif pour lui malgré la complexité de l'environnement sonore traditionnel. « Il apparaît en effet très clairement aujourd'hui que les mécanismes de l'analyse des scènes auditives interagissent très fortement avec les autres mécanismes perceptifs. » (Canévet, Demany, Grimault, McAdams, Pressnitzer, 2005).

Tel que le rapporte Bregman,

La plupart des individus à qui l'on décrit le problème des mixtures affirment le résoudre « en portant simplement attention à l'un des sons à la fois ». En d'autres termes, les composants d'un même son forment un tout cohérent à partir duquel le processus attentionnel effectue une sélection. (Bregman, 1994, p.13).

Une question émerge : est-ce le tout cohérent qui permet la sélection ou si c'est l'auditeur qui, en toute subjectivité, recrée un tout avec cohérence ?

5.1.1 Côté « son »

Admettons que les composantes physiques en provenance d'une même source sonore de l'environnement forment un tout cohérent. Il n'en demeure pas moins que l'expérience auditive de tous les jours démontre que plus je suis éloignée de la source du son, plus la cohérence se brouille et se disloque, que l'on pense simplement à la compréhension des paroles d'une personne qui parle de loin et de près. Est-ce uniquement le cas pour la compréhension des paroles ? Non. Pour les besoins de la démonstration, j'ai enregistré de près et de loin le son d'une rivière. Ma façon d'enregistrer simultanément de proche et de loin une rivière a été de m'installer au cœur de la rivière et de placer un microphone en hauteur et un autre tout près de l'eau. L'écoute de cet enregistrement permet de comparer auditivement la prise de son au niveau de la surface hydrique et celle obtenue en hauteur. À cet effet, le document audio **CD-08 Captations microphoniques de la rivière Windigo à 0,5 m - 5 m - 0,5 m : durée 1 min** atteste qu'à une distance de 0,5 m on entend distinctement les clapotis de la rivière alors qu'à une distance de 5 m, l'enveloppe dynamique du son est uniforme et stable tel un bruit blanc de laboratoire. Les clapotis de la rivière se fusionnent donc et deviennent indistincts à une distance d'à peine 5 mètres de la surface hydrique. Ainsi, l'étude et la pratique de la prise de son tout-terrain révèlent que dans un environnement traditionnel, les composantes spectrales d'une source sonore forment un tout cohérent qui, au fur et à mesure qu'il s'éloigne de la source, subit des modifications spectromorphologiques et perd en intelligibilité.

5.1.2 Côté « auditeur »

L'être humain tire parti de diverses stratégies visant à décomposer les mixtures sonores auxquels il est exposé. Une des manifestations bien connues du processus attentionnel est celui de l'effet *cocktail party*. Fait observable lorsque l'on est en présence d'un ensemble de personnes entretenant des conversations diverses, l'effet cocktail party « désigne la faculté de concentrer son attention sur la parole d'un interlocuteur particulier en faisant abstraction de toutes les informations parasites provenant de l'entourage. » (Augoyard et Torgue, 1994, p.35). Dans ce contexte, les voix sont quasiment équivalentes en intensité et en fréquence mais le fait de focaliser l'attention sur une voix en particulier fait qu'elle se démarque des autres et qu'ainsi, on peut avoir accès à ce qui est dit. À ce sujet, les résultats d'une recherche expérimentale menée au *Department of Communication Disorders, University of Massachusetts* a récemment renforcé l'hypothèse voulant que la lecture labiale aide à isoler une voix des autres et que la stratégie alliant l'ouïe et la vue contribue de façon significative à l'efficacité du décodage de l'effet cocktail party (Helfer et Freyman, 2005). Autre exemple, lorsque j'assiste à un concert joué par un orchestre symphonique, je peux, en principe, décomposer la mixture sonore en diverses combinaisons d'instruments, selon ce que je désire écouter, et ainsi butiner d'une section instrumentale à l'autre. D'une autre manière, la mixture peut être décomposée selon un modèle hiérarchisé, comme illustré à la figure 5.1, proposé par Cusack et Carlyon : "In the hierarchical decomposition model, there is some initial stream segregation. Then, when one of these streams is attended to (e.g., music, as shown by the highlighting) this fragments into a range of substreams." (Cusack et Carlyon, 2004, p.33). Dans ce modèle, Cusack et Carlyon suggèrent que la décomposition des mixtures sonores, dans un « real-world » environnement, passe d'abord par un regroupement d'événements appartenant à une même catégorie de sons, la musique parmi les paroles et le trafic routier ; l'attention porte ensuite sur un sous-ensemble de cette catégorie, la guitare parmi les autres instruments ; puis sur des aspects plus particuliers de cet instrument, tels le bruit des touches et le son des notes, et ainsi de suite.

L'expérience d'écoute au quotidien révèle également que nous effectuons parfois une sélection autonome des sons environnants sans que l'on ait conscience d'une quelconque intention d'attention. Le chapitre deux offre un exemple de cet effet par la mise en scène de deux personnes entretenant une conversation au bord de la mer, conversation au cours de laquelle le son de la mer disparaissait du paysage sonore pour y réapparaître une fois la conversation terminée. Un autre exemple est celui du son de l'ordinateur que l'on n'entend plus mais dont la mise hors tension procure un soulagement. L'être humain décompose

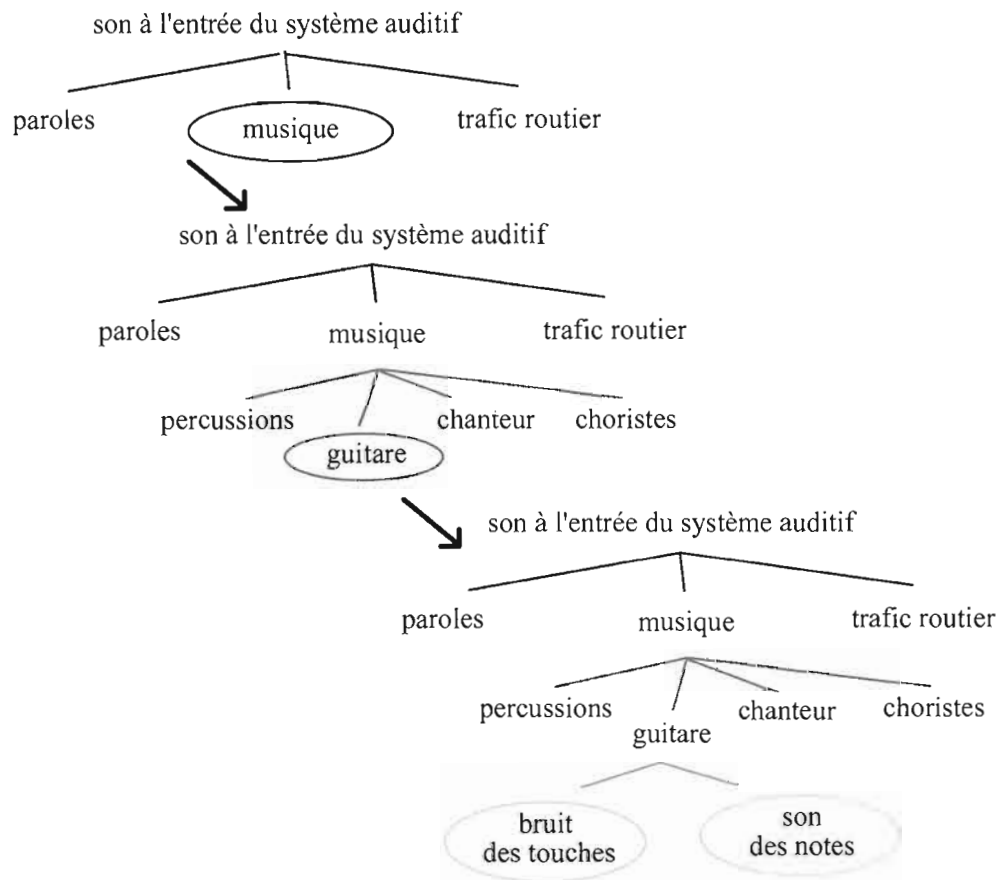


FIG. 5.1: Décomposition hiérarchique des mixtures sonores d'après le modèle proposé par Cusack et Carlyon. La structure du modèle est reproduite telle que publiée dans *Ecological Psychoacoustics*, vol. 1, Rhodri Cusack et Robert P. Carlyon, "Auditory Perceptual Organization Inside And Outside The Laboratory", p.32, 2004, et les mots ont été traduits de l'anglais au français par Claire Piché avec la permission de © Elsevier.

également les mixtures sonores en plein sommeil comme c'est le cas d'une mère endormie qui se réveille aux balbutiements de son bébé alors que les autres sons, même de plus forte intensité, passent inaperçus. Ces situations de la vie courante indiquent qu'il existe une liaison permanente entre l'être humain et les éléments qui entrent en cause dans la production du son, liaison que la théorie ambiophone a identifié comme étant le point idéation.

À la lumière des exemples rapportés ci-haut, on peut admettre que l'être humain dispose de diverses stratégies pour décomposer les mixtures sonores. En rapport avec le modèle épical, il importe de souligner que l'indice de la distance comprise entre la source sonore et l'auditeur intervient de façon significative dans le décodage des informations acoustiques, notamment parce que le contenu spectral du son produit à la source se modifie au fur et à mesure que les ondes se propagent dans l'environnement. Par ailleurs, il convient de noter que la concordance de l'ouïe et de la vue augmente la portée du décryptage et supplée, dans une certaine limite, à la perte en précision des informations acoustiques. Nous sortons ici du cadre strict de la perception auditive pour admettre des considérations d'ordre intersensorielle.

L'analyse de la scène auditive bregmanienne s'intéresse davantage à ce qu'il y a d'inné dans la perception auditive. Le chapitre quatre du "Auditory Scene Analysis : Perceptual Organization of Sound" est toutefois consacré au processus de décomposition par l'approche « Schema-Based Segregation and Integration ». Bregman précise cependant que ce chapitre a été écrit dans l'unique but de marquer la différence entre les compétences innées et les compétences acquises.

In the present chapter, I would like to consider the contribution made by attention and knowledge in the perceptual analysis of signals. I will not be able to provide much of an account of the internal machinery of knowledge-based analysis. Little relevant research has been done. My main emphasis will be on trying to strip away the contribution of knowledge and attention in auditory scene analysis so that the workings of the primitive process can be seen more clearly. (Bregman, 1990, p.395).

Ainsi, le travail de Bregman s'inscrit dans la tradition des chercheurs en psychoacoustique (Venturi, 1796 ; Rayleigh, 1877 ; Mills, 1958 ; Leakey, 1959 ; Roffler et Butler, 1968 ; Gardner, 1969a ; Mershon, 1975 ; Blauert, 1969/70, 1983.) qui s'intéressent à la perception de premier niveau. À cet effet, l'usage de médias-son de synthèse est de mise, tels que les travaux de recherche expérimentales dont les démonstrations sont disponibles

dans Internet³ le confirment. Un des avantages à utiliser des médias-son de synthèse est qu'ils sont productibles et reproductibles par quiconque est habilité à paramétrer un synthétiseur. Le chercheur peut donc exercer un parfait contrôle sur le matériau servant à l'expérimentation, ce qui ajoute à la validité interne des recherches scientifiques (Neuhoff, 2004, p.5). Afin d'en faire l'expérience, je me suis prêtée à un exercice de reproductibilité à partir des informations fournies à la page <http://www.psych.mcgill.ca/labs/auditory/Demo29.html> du "Compact disk of demonstrations of auditory scene analysis" sous l'intitulé *Perceptual continuation of a gliding tone through a noise burst*. Le CD-09 Pastiche de la démonstration numéro 29 de Bregman : durée 22 s en est le résultat. À l'écoute du CD-09, on peut vérifier si l'effet perceptuel de continuité est préservé lorsque les fréquences basses et hautes du glissando sont respectivement de 1396,9 Hz et de 2217,5 Hz, soient les fréquences correspondant au Fa4 et au Do#5. La première scène auditive comprend des silences d'une durée de 0,15 s insérés à tous les changements de direction, ascendants et descendants, du glissando. Pour la deuxième scène, les silences sont remplacés par des bouffées de bruit blanc tel que l'illustre la figure 5.2.

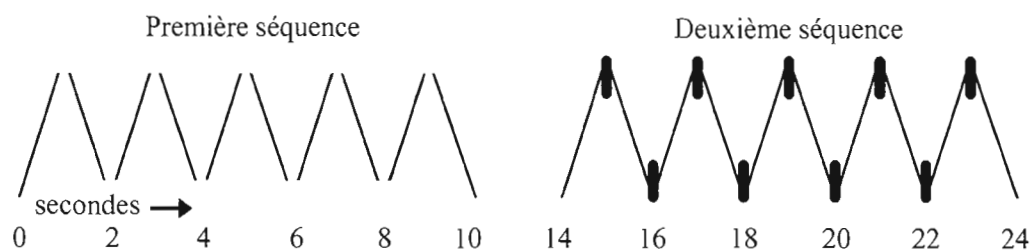


FIG. 5.2: Traduction visuelle du pastiche audio de la démonstration 29 de Bregman.

De plus, les médias-son de synthèse pouvant être composés à partir d'un nombre plus ou moins élevés d'ondes simples, ils ont l'avantage de trouver résonance dans tous les sons produits de façon traditionnelle. Dans sa thèse intitulée *Factors in the Identification of Environmental Sounds*⁴, Gygi abonde dans ce sens en affirmant que « Bregman's work is not specific to environmental sounds, but rather to all sounds that a listener might encounter. ». (Gygi, 2001, p.28). Ceci étant, comparé à l'acquisition de médias-son authentiques qui exige des compétences en technique électroacoustique jumelée à une pratique d'enregistrement tout-terrain assujettie aux contraintes du milieu, le synthétiseur

³<http://www.psych.mcgill.ca/labs/auditory/bregmancd.html>

⁴<http://www.auditory.org/postings/2001/602.html>

servant à fabriquer et à décomposer les médias-son de synthèse peut être assez simple d'utilisation, et le travail peut être effectué, interrompu et repris à tout moment. Un autre facteur non moins important favorisant l'utilisation des médias-son de synthèse est que les logiciels de traitement du son permettent également la composition et décomposition d'une mixture sonore en terme de composantes spectrales.

Voici présentés un certain nombre de facteurs qui expliquent pourquoi les médias-son de synthèse répondent, entre autres, aux besoins des psychologues de l'audition, des audiologistes, des neurobiologistes ainsi qu'à des chercheurs affiliés aux domaines des sciences cognitives et de l'intelligence artificielle. Malgré cela, on se demande parfois pourquoi on ne fait pas ou peu usage de médias-son authentiques dans ces recherches ? À titre d'exemple j'assistais, en décembre 2003, à une conférence de Daniel J. Levitin⁵ intitulée "Cognitive neuroscience approaches to understanding musical syntax and musical meaning" dont voici le résumé :

I will describe an investigation into neuroanatomical correlates of musical structure and meaning using functional magnetic neuroimaging (fMRI) and a unique stimulus manipulation involving scrambled music. The experiment compared brain responses while participants listened to classical music and scrambled versions of that same music. (Levitin, conférence, 2003).

Une discussion a suivi la présentation de Levitin et la question ayant suscité le plus d'intérêt dans la salle est celle d'un auditeur qui a demandé pourquoi on avait choisi d'utiliser un thème musical de Beethoven joué par le synthétiseur d'un ordinateur (médias-son de synthèse) au lieu d'un enregistrement du thème joué par de vrais musiciens (médias-son authentiques). Il semblerait que l'enveloppe budgétaire en soit la cause principale. Mais quelles que soient les raisons invoquées, l'utilisation d'une séquence musicale de synthèse pour étudier le cerveau a été remise en question par l'auditoire qui, doit-on se surprendre, comprenait son lot de musiciens. L'utilisation des médias-son authentiques ne favoriserait-elle pas l'entreprise d'expérimentations explorant des territoires nouveaux de connaissances peu ou pas investis jusqu'à présent ?

5.2 La cognition auditive

L'analyse de la scène auditive de Bregman et de ses collaborateurs constitue une excellente synthèse des progrès réalisés dans le domaine de l'organisation auditive depuis

⁵<http://ego.psych.mcgill.ca/levitin.html/>

une vingtaine d'années (McAdams, 1997, p.2). Par ailleurs, si les domaines des sciences cognitives et de l'intelligence artificielle ont connu un essor considérable depuis la publication du livre de Bregman en 1990, plusieurs écoles de pensée s'affrontent actuellement pour faire valoir leur thèse sur la façon dont le cerveau fonctionne. Dans son livre intitulé : *The Mind Doesn't Work that Way : the scope and limits of computational psychology*, Jerry Fodor nous apporte une vision éclairée et fondamentale sur l'état de la recherche :

There is (I continue to claim) a characteristic cluster of properties that typical examples of local mental processes reliably share with one another but not with typical instances of global ones. Three of these features are most pertinent to our purposes : Local mental processes appear to accommodate pretty well to Turing's theory that thinking is computation ; they appear to be largely modular ; and much of their architecture, and of what they know about their proprietary domains of application, appears to be innately specified.

By contrast, what we've found out about global cognition is mainly that it is different from the local kind in all three of these respects ; and that, because it is, we deeply do not understand it. Since the mental processes thus afflicted with globality apparently include some of the ones that are most characteristic of human cognition, I'm on balance not inclined to celebrate how much we have so far learned about how our minds work. The bottom line will be that the current situation in cognitive science is light years from being satisfactory. Perhaps somebody will fix it eventually ; but not, I should think, in the foreseeable future, and not with the tools that we currently have in hand. (Fodor, 2000, p.5).

Ceci étant dit, je n'entrerai pas dans le débat des idées en sciences cognitives, ni en intelligence artificielle, l'étude des processus cognitifs de l'audition étant en dehors de mon champ de compétence et la raison motivant mon incursion dans ces domaines étant de circonscrire les limites de mon champ d'action. Toutefois, j'ai jugé de la nécessité de marquer la distinction entre les activités de recherche de nature artistique qui répondent aux principes fondamentaux de l'*Odyssée des médias-son* et la recherche expérimentale de nature scientifique, dont la problématique s'apparente.

En cohérence avec la théorie ambiophone, le corps humain forme un tout intrinsèque dont les éléments sont en interaction constante avec l'environnement : **l'être humain est une intelligence corporelle dont l'épicentre est le cerveau**. Cette prise de position intellectuelle trouve résonance dans la pensée du neurobiologiste Dr. Antonio R. Damasio telle qu'exprimée dans la citation suivante :

L'unité organique constituée par le partenariat corps-cerveau interagit en tant que tout avec l'environnement, l'interaction n'étant le fait ni du corps

seul, ni du cerveau seul. Mais des organismes complexes tels que les nôtres ne se bornent pas à simplement réagir, à simplement exprimer ces réponses spontanées ou réflexes, que l'on appelle du nom générique de « comportement ». Ils donnent également lieu à des réponses internes, dont certaines constituent les images (visuelles, auditives, somatosensorielles, etc.) que je postule être à la base du fonctionnement mental. (Damasio, 1994, p.128).

Ce sont ces réponses internes, voire ces *images auditives*, qui suscitent mon intérêt et c'est à l'aide des réponses transmises par les auditeurs à l'écoute de médias-son authentiques, que je serai en mesure de vérifier l'adéquation cognitive entre ce qu'est la scène originelle et l'interprétation qu'on en fait lorsqu'entendue en dehors de son contexte d'origine par l'intermédiaire des technologies du son. En cela, les médias-son authentiques constituent une source d'approvisionnement qui mérite examen, car un corpus sonore composé de scènes auditives enregistrées dans l'environnement des gens d'ici, par exemple, permet d'étendre les activités de recherche-crédation à des questions d'ordres social et culturel. On se rappellera à ce sujet les quatre scènes auditives qui ont servi à la composition d'*Ambiophonie urbaine* dont la scène du *Défilé annuel de la communauté portugaise de Montréal* et les *Tam-tam du Mont-Royal*. Par ailleurs, étant donné que « le caractère continuellement évolutif et imprédictible des situations rencontrées dans la vie courante n'est pas présenté dans les situations évoquées par la grande majorité des tests de laboratoire » (Damasio, 1994,p.76), je vois l'intérêt de concevoir et réaliser un modèle d'activité de recherche dont les conditions d'expérimentation s'adaptent à divers contextes de la vie quotidienne. Je renforce ainsi la distinction entre les activités de recherche de nature artistique et la recherche expérimentale de nature scientifique.

5.3 État de la recherche intégrant des sons de l'environnement au corpus.

L'analyse des scènes auditives de Bregman date de 1990 et, désirant savoir si la tendance à n'utiliser que des médias-son de synthèse dans le corpus des expérimentations se maintenait au moment d'écrire cette thèse-crédation, j'ai examiné une série d'articles tirés du *Journal of the Acoustical Society of America*⁶ dans le but de comparer quantitativement les expérimentations effectuées à partir de médias-son de synthèse à celles effectuées à partir de médias-son authentiques. Sur les 208 articles consultés sous la rubrique « Psychological Acoustics » des trois dernières années (2002 à 2005) mises à part les rubriques consacrées aux sons de la parole et celles consacrées à l'acoustique musicale apparaissant sous des rubriques autres, un seul fait état d'une expérimentation

⁶<http://scitation.aip.org/jasa/>

qui s'applique à l'environnement sonore d'une situation de la vie quotidienne. Il s'agit d'une étude visant à évaluer l'effet de masque engendré par les sons produits par une automobile et par la musique qui y est diffusée, masque sonore empêchant la détection d'un signal d'urgence par le conducteur. Cependant, je me dois de préciser que la simulation d'un tel environnement a été façonnée et effectuée en laboratoire. Dans un tout autre contexte, à la neuvième *International Conference on Virtual Systems and Multimedia* qui a eu lieu à Montréal à l'automne 2003, Ronald R. Mourant, coordonnateur du programme en Engineering Software Design à l'Université Northeastern de Boston aux États-Unis, a présenté une conférence qui s'intitule *Developing a 3D Sound Environment for a Driving Simulator*⁷. Le corpus de Mourant est composé de sons imitant ceux généralement associés aux automobiles, tels le klaxon, les crissements de pneus, les clignotants, l'accélération et la décélération du moteur mais encore là, le corpus sonore des expérimentations a été élaboré en laboratoire. Plus récemment, Lemaitre, G., Susini, P., Winsberg, S., McAdams, S. (2004) ont publié *A method to assess the ecological validity of laboratory-recorded car horn sounds*, CFA/DAGA, Strasbourg, France. Il semblerait donc que l'industrie de l'automobile démontre un intérêt marqué pour l'amélioration des attributs sonores des véhicules. Quoiqu'elles ne fassent pas usage de médias-son authentiques, ces trois recherches expérimentales ont en commun qu'elles développent un produit qui s'applique à des situations de la vie quotidienne et qui ont une incidence sur la société. Dans le premier cas, la recherche se préoccupe de la sécurité des gens (domaine de la santé publique) – le deuxième développe des outils d'apprentissage (domaine de la pédagogie) – le troisième contribue à l'harmonisation du paysage sonore (domaine de l'acoustique écologique).

Poursuivant ma recherche de documentation, j'ai pris connaissance d'une thèse doctorale qui souligne la quasi-absence d'expérimentations dont le corpus est composé de scènes auditives enregistrées dans l'environnement.

Learning how we listen to sounds in the world poses several problems. First, there is the problem of what we listen to. There is little dispute that the most important auditory "event" in our daily lives is speech. After that is music, at least as reflected in the volume of research on the subject. Then "everything else", much of which is regarded as, at worst, unwanted noise or, more objectively, ambient sound. A little experiment demonstrates this : a search on Psychinfo for references to "speech perception" yielded 5114 citations. A search on "music perception" yielded 673 citations. "Environmental sound perception" and "everyday sound perception", "common sound perception"

⁷<http://www.coe.neu.edu/Research/velab/uploads/pubs/VSMM2003.pdf>

and “naturalistic sound perception” all returned no citations. (Gygi, 2001, p.1-2).

Pour mener des recherches en perception auditive à l’aide de sons de l’environnement, il faut en avoir. Les technologies électroacoustiques et l’arrivée sur le marché des premiers disques numériques, en 1980, ont donné le coup d’envoi à la production d’un vaste répertoire d’effets sonores et de sons de l’environnement que j’ai abondamment utilisé lors de mes études de deuxième cycle en théâtre. À l’heure actuelle, un nombre impressionnant de *sons* sont disponibles en audio-clip sur le Web⁸. Cependant, dans la grande majorité des cas, il n’y aucune fiche technique ou indication qui permettent d’authentifier la vraie nature de ces médias-son disponibles pour tous. À ma connaissance, cette absence d’information n’a jamais posé de problème majeur dans leur utilisation pour créer des effets sonores au théâtre, dans les films ou les dessins animés. Cependant, en toute bonne conscience, je considère hasardeuse l’utilisation de ces médias-son dans le but d’acquérir ou de transmettre des connaissances sur le monde qui nous entoure surtout dans une application qui viserait, par exemple, à élargir le champ de la communication ou le développement d’habiletés sociocognitives chez les jeunes ayant une déficience visuelle. Aussi, j’estime devoir insister sur la nécessité de voir à l’authentification des scènes auditives retenues pour les activités de recherche-crédation en lien avec le projet ambiophone. On se rappellera, à ce sujet, que l’analyse des réponses obtenues lors de l’activité *Permanence Variation* a servi à déterminer les critères à partir desquels juger de la validité écologique des scènes auditives utilisées pour la création d’activités de recherche, pour la production de matériel conçu et réalisé dans le but de transmettre des connaissances sur l’environnement dans lequel nous vivons, et pour l’exploration de nouveaux territoires de connaissances et de communication en direction du handicap visuel.

Toutefois, une expérimentation récente intitulée “Ecological Validity of Soundscape Reproduction” a été pratiquée à l’aide de médias-son authentiques comprenant des scènes-paysages enregistrées dans diverses villes de France. Par le biais de l’expérimentation,

We (l’équipe de chercheurs) introduce a methodology based on linguistic exploration of verbal data to investigate the influence of a reproduction method on cognitive processing of environmental sounds in laboratory conditions. Three experiments were carried out to explore the ecological validity of reproduction systems. (Guastavino, Katz, Polack, Levitin et Dubois, 2005).

Les résultats de cette expérimentation constituent une source de référence impor-

⁸Par exemple, <http://www.findsounds.com>

tante en regard de mes activités de recherche, car le système de reproduction sonore utilisé pour la participation aux activités *Permanence Variation* et *Chalet de la montagne* est un modèle grand public, l'objectif étant d'obtenir des résultats concluants dans des conditions environnementales autres que celles des laboratoires et chambres anéchoïques, en l'occurrence la salle d'exposition et le poste multimédia de l'internaute participant. Ceci étant dit, je retiens que l'utilisation éventuelle d'un système de reproduction sonore dont la validité écologique a été expérimentée par des scientifiques (Guastavino et al, 2005) ne pourra que renforcer la validité écologique des activités préscientifiques en lien avec le projet ambiophone. Cette expérimentation indique de plus que la convergence coopérative qui s'établit progressivement entre la pratique artistique et la recherche scientifique est actuelle. Rappelons pour terminer que des dispositions techniques particulières concernant l'enregistrement et la reproduction sonore (stéréophonique, quadraphonique, tétraédrophonique et hexaphonique) ont été prises pour les réalisations artistiques présentées au premier chapitre.

5.4 La validité écologique des recherches expérimentales

Les conditions entourant la validité écologique des stimuli de synthèse utilisés pour des fins expérimentales semblent provoquer de vigoureux débats parmi la cohorte de chercheurs en psychoacoustique. Voici, un extrait de *Ecological Psychoacoustic* qui jette un peu d'éclairage sur le présent débat.

The precise meaning of ecological validity has been the subject of considerable debate. However, Schmuckler (2001) has suggested a dimensional analysis that specifies ecological validity as the extent to which the laboratory setting, stimuli, and task of the participant are representative of those experienced in everyday life. For example, almost any experiment that uses isolated sine wave tones has suspect ecological validity because isolated pure sine waves almost never occur in a natural listening environment. (Neuhoff, 2004, p.9).

Étant donné que les avancées technologiques des dernières années permettent la programmation d'algorithmes complexes et dynamiques, il est probable que les stimuli de synthèse utilisés pour la recherche s'apparentent de plus en plus aux sons de l'environnement traditionnel. D'ailleurs, un bon nombre d'entre eux font désormais partie de l'expérience auditive quotidienne, que l'on pense simplement aux sons produits par le système d'alarme d'une voiture ou au *bip bip* du camion qui recule. Ceci étant dit, il im-

porte de reconnaître l'existence de deux types de validité écologique, selon qu'il s'agisse de médias-son de synthèse dont le contenu simule un événement sonore donné ou de médias-son authentiques dont le contenu est une copie conforme d'un événement sonore qui a eu lieu. Les premiers sont fabriqués par synthèse, les deuxièmes sont obtenus par enregistrement microphonique. Il revient aux chercheurs du domaine des sciences de déterminer les critères de la validité écologique des sons de synthèse servant à leur recherche et les conditions d'expérimentation.

Tel que rapporté par Schmuckler, les premières discussions concernant les conditions d'expérimentation à validité écologique ont eu lieu entre Brunswik (1943) et Lewin (1943) et Brunswik offre l'exemple suivant des conditions d'expérimentation à validité écologique :

Brunswik (1943) provided a fascinating example of the proper use of environmental setting in a study on size constancy in which he continuously queried a participant throughout the day regarding size estimates of objects at which she happened to be looking. By measuring the objects themselves and the distance between object and observer, Brunswik demonstrated that size estimates were more related to object measurements than retinal size and hence provided evidence for the phenomenon of size constancy. For Brunswik, this study possessed a real-world generality, or an ecological validity, that was absent from other experimental work. (Schmuckler, 2001, p.421).

Par ailleurs, dans l'article de Guastavino et al. (2005), il est écrit :

The notion of ecological validity was introduced by Gibson (1986) in the visual domain, to express the need to study perception under ecological conditions, *i.e.* to take contextual and environmental cues into consideration. An experimental protocol is ecologically valid if the participants react, to some extent, as if they were in a natural situation. (Guastavino et al., 2005, p.334).

Les explications données sur les conditions d'expérimentation à validité écologique semblent s'inspirer des conditions mises en place dans le domaine de la vision ce qui m'amène à poser la question suivante : qu'elle est la situation naturelle d'une personne vivant avec une incapacité visuelle ?

Cette question m'a amenée à penser les cinq sens en considérant d'abord la fonction qu'ils occupent au sein de l'organisme puis de les hiérarchiser sur la base du modèle épical. J'en suis venue à diviser les cinq sens en deux groupes. Le premier groupe comprend l'odorat, le goût et le toucher ; le deuxième groupe comprend l'ouïe et la vue.

La différence entre les deux groupes est que le premier entretient un lien étroit avec les organes sensoriels qui assurent les fonctions vitales de l'être humain, en l'occurrence la respiration, la nutrition et l'activité corporelle. Quant au deuxième groupe, il est formé d'organes sensoriels qui ne sont pas essentiels à la survie, en l'occurrence l'ouïe et la vue, mais qui forment un tandem spécialisé dans l'acquisition des connaissances sur le monde qui nous entoure dans un périmètre très étendu, que l'on pense aux sons de cloches qui résonnent au loin puis aux étoiles qui brillent dans le ciel. Considérant le corps humain, représenté à la figure 5.3 par le cercle comme l'épicentre d'un environnement donné, et l'ordonnancement par ordre d'importance pour la survie en conjonction avec la portée dans l'espace externe, vient la respiration, la nutrition, l'activité corporelle, l'audition puis la vue. En l'absence de vision, l'étendue de l'espace externe est réduit à celui perceptible par l'audition.



FIG. 5.3: Ordonnancement des 5 sens d'après le modèle épicentral.

Par conséquent, pour mieux comprendre la situation naturelle des conditions d'expérimentation d'une personne aveugle, il est nécessaire d'adjoindre à l'audition, la complémentarité d'une activité corporelle. Ce qui m'amène à poser l'hypothèse que la production de matériel didactique visant favoriser l'acquisition des connaissances sur le monde qui nous entoure doit être couplé à une activité corporelle, notamment le toucher et les déplacements.

CHAPITRE VI

CHALET DE LA MONTAGNE : DEUXIÈME ACTIVITÉ DE RECHERCHE-CRÉATION ORIENTÉE VERS LES CONNAISSANCES AUDITIVES

L'enjeu du chapitre six consiste à exploiter le potentiel des technologies multimédiatiques pour le design d'un modèle d'activité de recherche dont la démarche permet d'espérer l'atteinte de résultats concluants sur l'adéquation cognitive entre un environnement sonore traditionnel écouté *in situ* et l'interprétation de ce dernier lorsqu'entendu en temps et lieu différents par l'intermédiaire des technologies du son. Suite à l'analyse des résultats de l'activité *Permanence Variation* et dans l'hypothèse qu'il existe une convergence coopérative qui s'établit progressivement entre les pratiques artistiques et la recherche scientifique, il m'est apparu que pour atteindre cet objectif, je devais m'inspirer des méthodes d'expérimentation scientifique dont les enjeux pourraient servir les intérêts du projet ambiophone. Aussi, le chapitre six présente les travaux qui ont mené à la création d'un modèle d'activités de recherche fondé sur l'expérience et sur l'observation de phénomènes sonores tels qu'ils se présentent, en général, dans l'environnement quotidien d'un auditeur.

En raison de l'approche ambiophone, la localisation auditive est ce qui permet à l'auditeur de se situer par rapport à certains des éléments du monde qui l'entoure et, dans un cadre élargi, d'en comprendre l'organisation spatiale. Dans la perspective du modèle épical, la composante dominante de la localisation auditive est l'indice de la distance, du proche au lointain. Le domaine scientifique qui s'intéresse de près à la localisation auditive est celui de la psychoacoustique. Aussi, la première partie du chapitre présente une sélection de recherches avérées en psychoacoustique et en perception auditive dont l'intérêt porte sur les indices contribuant à l'évaluation de la distance et à la localisation auditive dans le plan horizontal et vertical médian. Au cours de cette étude, les recherches expérimentales pratiquées à l'aide de médias-son de synthèse, dans des conditions environnementales contrôlées et faisant usage de têtes artificielles pour la collecte de données ainsi que la validité interne des recherches ont été examinés en regard du projet ambiophone.

Cette étude a ainsi servi de point d'ancrage à la mise en place d'une méthodologie de la recherche-création orientée vers les connaissances auditives qui possède ses ca-

ractéristiques propres. Les expérimentations psychoacousticiennes à partir desquelles mon modèle d'activité a été construit ont donc été choisies en fonction de leur pertinence en regard de ma thèse-création et non en fonction des avancées d'un domaine actuellement en plein effervescence. Mon objectif a été de m'inspirer d'une manière scientifique de procéder à l'expérimentation dans le but d'en arriver à mettre en place une activité de recherche-création dont la méthodologie employée soit suffisamment structurée et rigoureuse pour permettre la vérification d'hypothèses de recherche auprès du public en général et, dans le cadre du projet ambiophone, de donner le coup d'envoi à l'exploitation de nouveaux territoires de connaissances et de communication en direction du handicap.

6.1 La psychoacoustique :   tude préparatoire à la création de l'activité *Chalet de la montagne*

Le sens de l'ou   joue un rôle important dans l'habilité à identifier et localiser une source sonore, d'autant plus important lorsque l'on vit avec un handicap visuel. Les méthodes de recherche expérimentale menée en psychoacoustique s'intéressant à la localisation auditive et à l'évaluation de la distance s'avèrent donc une ressource essentielle à la découverte des indices contribuant à mieux comprendre l'organisation spatiale d'un environnement sonore donné.

   l'origine, la psychoacoustique était une *science de l'audition*. Créée pour l'étude des relations entre stimuli sonores et réponses auditives induites, elle a surtout permis de progresser dans la connaissance du fonctionnement du système auditif et dans sa modélisation. [...] Avec le progrès des techniques de traitement du signal, la psychoacoustique est aussi devenue une *science des sons*. Dans ce cas, elle est utilisée pour l'étude de propriétés particulières du son, propriétés que l'on appelle souvent « attributs subjectifs » [...] (Canévet, Demany, Grimault, McAdams, Pressnitzer, 2005).¹

Dès les années 1930, les recherches en psychoacoustique ont su démontrer que la sensation auditive de l'être humain n'est pas linéaire et qu'elle varie selon la fréquence et l'amplitude du stimulus. Un travail très important des chercheurs Fletcher et Munson a

¹Cet article offre un tour d'horizon non exhaustif des tendances actuelles de la recherche en psychoacoustique, notamment en France. Il est disponible dans Internet sous l'intitulé *La psychoacoustique : science de l'audition, science du son*.

démontré cette réalité en produisant le *Tracé des courbes d'isophonie* (Fletcher, Munson, 1933) présenté à la figure 6.1, à partir duquel on peut comparer les valeurs paramétrables de sons purs à celles de la sensation auditive perçue à l'écoute de ceux-ci.

Pour établir ces courbes, on a présenté, deux fois de suite, deux sons successifs dont les niveaux d'amplitude sont fixés en demandant au sujet d'indiquer si le second (le son de référence de 1 000 Hz) est plus ou moins fort que le premier (un son pur de fréquence différente); d'un essai au suivant, les niveaux étaient modifiés, mais non les fréquences, jusqu'à ce que 27 combinaisons de niveaux aient été testées. Onze sujets entraînés ont participé aux mesures. Les valeurs à partir desquelles sont tracées les courbes sont les médianes de 297 jugements pour chaque niveau et fréquence testés. (Botte, 1989, p.17).

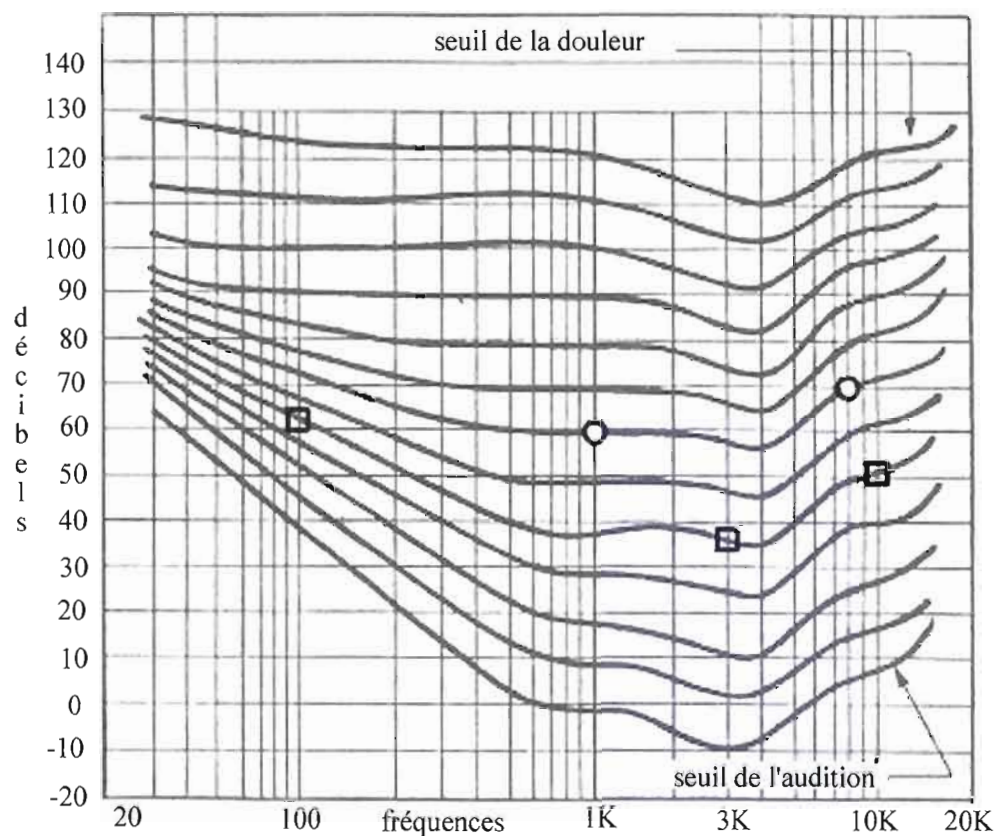


FIG. 6.1: Le tracé des courbes d'isophonie d'après Fletcher et Munson, 1933.

Le document audio **CD-16 Sons purs de 100 Hz, 3 kHz et 10 kHz : durée 19 s**, comprend une séquence de trois sons purs. La fréquence du premier est 100 Hz, du deuxième 3 kHz et du troisième 10 kHz. Quoique le sonomètre indique un même niveau d'amplitude pour les trois stimuli, on est à même de constater, à l'écoute du document audio CD-16, qu'on ne les perçoit pas comme étant d'égale intensité. En examinant le *Tracé des courbes d'isotonie*, on voit que pour qu'un son pur dont la fréquence est de 1 kHz et le niveau d'amplitude de 60 dB soit perçu comme ayant la même intensité qu'un son pur de 8 kHz, il faut que le son pur de 8 kHz ait une amplitude de 70 dB, soit 10 dB de plus que le son pur de 1 kHz (représentés par les deux cercles). Autrement dit à l'aide d'un deuxième exemple, pour être perçu comme ayant la même intensité qu'un son pur dont la fréquence est 3 kHz et l'amplitude 38 dB, le son pur de 100 Hz doit dégager 62 dB alors qu'un son pur de 10 kHz doit dégager 52 dB (représentés par les trois carrés). On remarquera également que l'oreille est plus sensible aux sons purs dont la fréquence se situe entre 2 kHz et 4 kHz, et l'on se souviendra à cet effet que la résonance du conduit auditif externe augmente l'amplitude des fréquences de cette région spectrale dans une proportion allant du simple au double. De ce fait, l'être humain est « naturellement » plus sensible aux sons dont les fréquences sont comprises entre 2 kHz et 4 kHz du spectre, ce que confirme l'analyse des courbes d'isotonie. Il est de plus observable que de part et d'autre de la fréquence centrale, en l'occurrence 3 kHz, les fréquences nécessitent une augmentation croissante du niveau d'amplitude afin qu'elles soient perçues comme étant d'égale intensité. Somme toute, la graduation objective des niveaux d'amplitude ne suit pas la courbe auditive, c'est-à-dire la façon dont l'être humain perçoit les sons. C'est pourquoi, même avec le plus simple des sonomètres disponibles sur le marché, on peut prendre les mesures en dB(C) et en dB(A). Cette distinction est prise en compte pour l'analyse des plaintes contre le bruit, pour déterminer les normes d'insonorisation entourant la construction de bâtiments, pour protéger les travailleurs d'usine exposés à un environnement bruyant, etc.

Le tracé des courbes d'isotonie a démontré qu'il existe une différence notable entre les mesures du son en tant qu'objet de l'acoustique physique et la mesure du son en tant qu'objet de la sensation auditive. À cet égard, on notera que les stimuli utilisés pour l'élaboration du tracé des courbes sont exclusivement des sons purs et que la tâche des sujets consiste uniquement à indiquer si le second son est ressenti plus ou moins fort que le son de référence de 1 000 Hz. Ainsi, l'expérience de Fletcher et Munson offre un exemple de la méthodologie de recherche employée en psychologie expérimentale de l'audition à cette époque.

6.2 La localisation auditive

L'opération consistant à repérer la position des sources sonores dans l'environnement est désignée par le mot *localisation* et « localiser une source, c'est d'abord identifier son azimut et sa hauteur, donc sa direction, puis déterminer la distance à laquelle elle se trouve dans cette direction. » (Hugonnet et Walder, 2000, p.57 ; Canévet, 1989, p.83). À ma connaissance, il n'existe pas de théorie globale sur la localisation auditive qui permette de déterminer et d'expliquer l'existence ou l'absence de localisation dans les différentes directions. Mon étude sur la localisation auditive s'appuiera donc sur un postulat accepté d'emblée par la communauté de chercheurs, à savoir que l'identification de l'azimut dans le plan horizontal est une fonction des différences interauriculaires de temps entre l'arrivée d'un stimulus à l'une et l'autre des oreilles, et que ce décalage temporel entraîne des différences interauriculaires de phase et d'intensité. Voici les deux expériences à l'origine du postulat sur la localisation auditive :

Les premiers travaux sur la localisation dans le plan horizontal sont dus à Venturi (1796). Il fut le premier à émettre l'hypothèse que l'identification de l'azimut d'une source sonore n'était possible que par le jeu d'une inégalité d'intensité sur les oreilles. En effet, au cours d'une expérience en plein air où il émettait un signal sonore (note de flûte) en divers points d'un cercle entourant l'auditeur, il avait fait deux constatations : d'une part, les auditeurs otologiquement sains confondaient régulièrement l'avant et l'arrière (la source était à 40 mètres du sujet qui, de ce fait, ne bénéficiait d'aucune information de champ proche) ; d'autre part, des sujets atteints de surdité unilatérale étaient pratiquement incapables de reconnaître correctement la direction de la source. Il était donc clair pour Venturi que, dans les deux cas, il manquait une information différentielle, et il soupçonna que c'était une différence d'intensité.

L'hypothèse a été reprise par Rayleigh (1877). Non seulement il retrouva les mêmes confusions avant-arrière mais de plus, il nota de fréquentes confusions entre les positions symétriques par rapport à l'axe des oreilles. La base de la localisation ne pouvait donc être que la différence interaurale² d'intensité : elle est nulle pour une source frontale (azimut de 0 degré) et une source arrière (azimut de 180 degrés), et elle est la même pour deux direc-

²Il semble que l'adjectif « interaural » soit traduit directement du mot anglais « interaural » formé des éléments *inter* et *aural*. Dans la langue anglaise, le mot *aural* est défini comme étant un : *adj relating to the ear or the sense of hearing*. Cette définition justifie l'emploi du mot *interaural* pour qualifier la distance entre les deux oreilles. Dans la langue française, le mot *aural* n'existe pas. Il est cependant l'homonyme du mot « oral » qui désigne la « bouche en tant qu'organe de la parole ». (Rey, Alain. 1998. *Dictionnaire historique de la langue française*. Paris : Éditions Le Robert, tome 2 page 2473.). Par contre, le mot *auriculaire* désigne un adjectif « qui a rapport à l'oreille. *Pavillon auriculaire*. » (Robert, Paul, 1993. Le Petit Robert Paris : Éditions Le Robert, p.177). Pour ces raisons, j'ai décidé de l'emploi de l'adjectif *interauriculaire* en remplacement de l'adjectif *interaural*.

tions latérales symétriques par rapport à un axe qui est approximativement celui des oreilles.[. . .]

La différence d'intensité dépend toutefois de la fréquence. Rayleigh nota qu'aux basses fréquences, en particulier, cette différence est faible et sans doute insuffisante pour être perçue et donc pour permettre la localisation. Il conclut alors, à partir d'une expérience faite avec un diapason à 128 Hz, que c'était la différence de phase interaurale qui servait la localisation aux fréquences basses. L'idée d'un effet possible de la phase ne fit son chemin que progressivement, et ce n'est qu'en 1907 que Rayleigh proposa sa célèbre « duplex theory ». Elle fut appuyée plus tard par les travaux de Stevens et Newman (1936). (Canévet, 1989, p.91).

La « duplex theory » stipule que les indices contribuant à la localisation auditive concernent à la fois les différences d'intensité et de phase, et elle fut appuyée par Mills (1958) qui s'intéressait au pouvoir séparateur du système auditif. Mills « a mesuré, en chambre sourde, le déplacement angulaire minimal qu'un observateur peut déceler, d'une source placée face à lui. Il a baptisé le déplacement minimal, exprimé en degrés, du nom maintenant célèbre de Minimum Audible Angle (MAA). » (Canévet, 1989, p.93). Cependant, il est vite apparu que la physiologie de l'être humain est une entrave majeure à la réalisation d'expérimentations sur les différences interauriculaires d'intensité et de phase. Cette entrave est due au fait que la mise en équation des effets de diffraction et d'absorption des pavillons auditifs, de la tête et des épaules ne vaut que pour un seul individu, chacun ayant une physiologie qui lui est propre. En outre, dès que le sujet bouge la tête, ne serait-ce que de 1 degré, les mesures sont biaisées. Pour ces raisons, l'entreprise d'une analyse qui tient compte des caractéristiques individuelles des auditeurs semble peu intéresser les chercheurs et c'est ce qui explique qu'en général, les mesures des différences interauriculaires d'intensité et de phase sont pratiquées sur des têtes artificielles équipées de microphones aux emplacements des tympons. La figure 6.2 représente une tête dont les microphones sont placés à l'intérieur, leurs capsules affleurant les orifices à l'endroit où se trouvent normalement les oreilles.

L'emploi des têtes artificielles pour prendre la mesure du son est une pratique répandue et les expérimentations qui en font usage bénéficient d'une valeur indicienne recueillant une grande crédibilité chez les chercheurs parce que les caractéristiques pseudo physiologiques sont identiques d'une expérimentation à l'autre. L'approche ambiophone ne peut pas répondre à ce critère d'objectivité de manière satisfaisante, car pour progresser, j'ai besoin de réponses provenant de sujets humains et que l'espace du savoir implique une part assurée de subjectivité, ce qu'une tête artificielle n'a pas.



FIG. 6.2: Tête artificielle KU100 de Neumann. Image reproduite avec la permission de © Sennheiser France.

6.2.1 La localisation de l'azimut du son dans le plan horizontal

La venue sur le marché public des systèmes de son stéréophoniques a favorisé l'essor de la recherche expérimentale sur la localisation auditive et il est vite apparu qu'il fallait agir sur les différences interauriculaires d'intensité et de phase pour simuler le déplacement d'un son lorsque celui-ci est produit par deux haut-parleurs stationnaires. En ce qui a trait à la différence interauriculaire d'intensité, l'amplitude du son est le paramètre désigné et, pour les besoins de la démonstration, j'ai réalisé le document audio **CD-17 Déplacement horizontal apparent de l'azimut d'un son pur de 440 Hz : durée 24 s** à partir des informations rapportées ci-dessous.

L'une des études les plus complètes, concernant les différences de niveau, est celle de Leakey (1959) pour des haut-parleurs situés symétriquement par rapport à l'observateur, dans la position habituelle de l'écoute stéréophonique³. L'azimut apparent passe continûment du haut-parleur de gauche à celui de droite lorsque la différence de leurs niveaux d'intensité passe, environ, de -15 dB (gauche plus fort) à +15 dB (droit plus fort). (Canévet, 1989, p.103).

³Dans la position habituelle de l'écoute stéréophonique, le sujet est perpendiculaire à la ligne droite formée par les deux haut-parleurs et se situe à égale distance de l'un et de l'autre.

Si vous ne percevez pas le déplacement horizontal virtuel de l'azimut du son à l'écoute du CD-17, augmentez la distance comprise entre les deux haut-parleurs ou écoutez le document à l'aide d'un casque d'écoute. Il n'est pas compliqué de simuler le déplacement apparent d'un son dans l'axe horizontal en modifiant l'amplitude du signal activant l'un ou l'autre des haut-parleurs. Cependant, « les indices de phase et d'intensité sont détruits dès que l'auditeur sort de la zone d'écoute centrale » (Julien et Warusfel, 1994, p.75) et cela pose le problème persistant de « la place privilégiée » à occuper pour bénéficier de façon optimale des effets stéréophoniques.

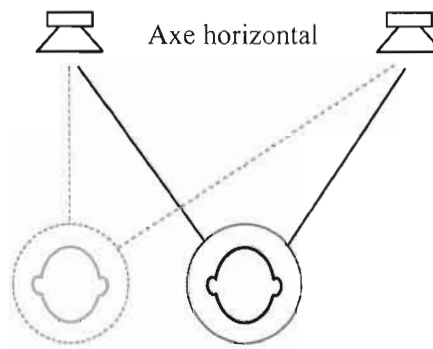


FIG. 6.3: Disposition stéréophonique classique.

En examinant la disposition des haut-parleurs pour une projection stéréophonique classique, figure 6.3, on peut voir que si l'auditeur est situé plus à gauche de l'axe central, sa tête est plus près du haut-parleur de gauche et plus éloigné du haut-parleur de droite. Être positionné plus près d'un haut-parleur que de l'autre provoque une répartition biaisée de l'intensité sonore et il en résulte que la simulation convaincante d'un son se déplaçant sur l'axe horizontal reliant les deux haut-parleurs en souffre considérablement. Par conséquent, la position idéale en mode stéréophonique ne peut être occupée par plusieurs personnes à la fois.

Selon la « duplex theory », le deuxième facteur contribuant à l'identification de l'azimut et à la perception auditive du déplacement d'une source virtuelle dans le plan horizontal est la différence interauriculaire de phase. D'ordinaire, lorsqu'un événement sonore a lieu à la droite d'un individu, l'oreille droite entre d'abord en contact avec les ondes acoustiques puis, avec un léger retard, l'oreille gauche. La différence interauriculaire de temps entre la stimulation à l'une et l'autre des oreilles se traduit par un déphasage du cycle de l'onde, déphasage auquel l'oreille est sensible. La différence de phase intervient

donc de façon significative dans la localisation d'une source fixe ou mobile et, si l'on tourne la tête pour faire face à la source, le son parviendra aux oreilles en même temps, le cycle de l'onde sera en phase et l'azimut de la source localisé à 0 degré, c'est-à-dire en face de l'individu. Par contre, lorsqu'un même son est produit par deux haut-parleurs qui, forcément, se trouvent en des endroits différents, l'auditeur doit traiter deux différences de phase pour un même son. Il résulte de cette pseudo stéréophonie que la position ou le déplacement du son dans le plan horizontal devient le fruit de l'imagination telle que l'illustre la figure 6.4. Il semble que le cerveau humain se soit adapté sans trop de peine à ces illusions auditives obtenues par la manipulation et le traitement des médias-son. **Néanmoins, l'audition⁴ d'avant les médias-son n'a pas idée de ce qu'est entendre un même son provenant de deux sources distinctes.**

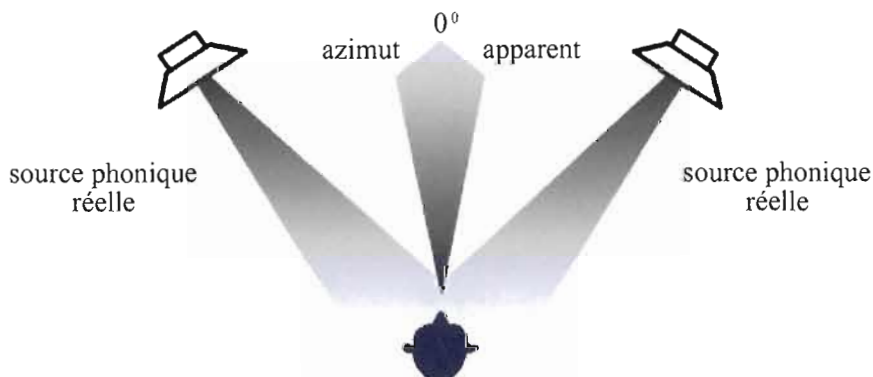


FIG. 6.4: Illusion auditive obtenue lorsqu'un même son est projeté par deux haut-parleurs.

La prise en compte du paramètre de la fréquence des stimuli utilisés dans les recherches expérimentales indique que la différence de phase contribue davantage à la localisation des stimuli de basses fréquences alors que les différences d'intensité contribuent plutôt à la localisation des stimuli de hautes fréquences.

Duplex theory also incorporates the idea that each cue gives more spatial information for some frequencies in sounds than it does for other frequencies. [...] The time difference cue only gives good spatial information at lower frequencies while the intensity cue gives better spatial information with high

⁴Rappelons que dans tout le texte, j'utilise le mot « audition » dans le sens général d'« action d'écouter », « action d'entendre ou d'être entendu », comme c'est le cas, par exemple, lorsqu'un artiste passe une audition.

frequencies. The intensity cue is poorer at lower frequencies because the shadowing effect of the head is reduced. This is due to a phenomenon called diffraction, whereby lower frequency waves, which are relatively large, tend to bend around objects that are small in relation to the size of the wave. The time difference cue is poorer at the high frequencies because a repeating sound wave has peaks that are so close together that the interval between them is shorter than the interaural time difference. There is therefore no way to know which repetition of the wave is which as they arrive at the ears, so the interaural time difference of a particular repetition is not known.⁵

Un troisième facteur contribuant à l'identification de l'azimut et à la perception auditive du déplacement d'une source virtuelle dans le plan horizontal est celui de l'écart temporel entre l'émission d'un son accusant un retard entre l'un et l'autre des haut-parleurs. Reconnu sous le vocable *effet d'antériorité* ou *effet de Haas*, ce phénomène n'apparaît que lorsque le stimulus est riche en transitoires⁶ et les sons de la voix font partie de cette catégorie ainsi que les sons de l'environnement. La citation suivante explique ce qu'est l'effet d'antériorité :

[...]le principe de l'effet d'antériorité est donc que lorsqu'un même signal est émis par deux ou plusieurs sources, avec un léger décalage temporel (délai) entre les sources, l'oreille fusionne l'ensemble, ne perçoit qu'un signal et le localise dans la direction de la source alimentée la première[...] (Canévet, 1989, p.106).

Il ne s'agit donc pas ici du délai initial marquant la différence de temps entre l'arrivée, à l'auditeur, de l'onde directe et des ondes indirectes d'un son émis à partir d'une seule source sonore de l'environnement. L'effet d'antériorité est particulier aux médias-son, car on le rend effectif en insérant un délai d'une durée plus ou moins longue entre l'émission du média-son par l'un et l'autre des haut-parleurs. L'expérimentation suivante apporte des précisions sur la façon dont l'être humain interprète une telle expérience.

[...]la source virtuelle passe du centre au haut-parleur de côté lorsque le décalage varie de 0 à 1 ms environ. Elle reste confondue avec ce haut-parleur

⁵ Auditory Perception, Autumn Term 2002, Term 1 lecture (3 of 5).

⁶ Le mot « transitoire » est traduit du mot anglais « transient » : "In the initial part of any sound there occur a number of these fluctuations, for instance, the moment a violinist puts his bow to the string or the trumpeter tongues his notes. These are called *onset transients* and are important in identifying the spatial location, pitch and timbre of the sound. If these are spliced out of a recording of the sound, it will easily be confused with other sounds. A linguistic example is the initial consonant in words such as; till, pill, kill, and bill. The lack of intelligibility of speech in spaces with long reverberation times is mainly due to the masking of such transients by reflected sound. Since onset transients often include high frequency components, loss of hearing sensitivity in this range results in decreased ability to distinguish between similar sounds or syllables." (Truax, 1978, p.147).

tant que le retard n'atteint pas une certaine limite, variable avec le type de signal : 5 ms pour des impulsions très brèves et 30 ou 40 ms pour des sons complexes ou des sons de parole. Lorsque cette limite est atteinte, on commence à percevoir le second signal retardé, tout en localisant l'ensemble dans la direction du premier haut-parleur. Au-delà de 40 ms, la séparation se fait de plus en plus nette. Elle est totale pour un retard de 70 ms ; on perçoit alors deux sons successifs, provenant des haut-parleurs successifs. (Blauert, 1983, p.106).

À cet effet, on se souviendra du document audio **CD-07 Délais de 33, 67 et 100 ms entre la projection d'une scène auditive par l'un et l'autre des haut-parleurs : durée 1 min 01 s** qui comprend l'enregistrement d'une voix parlée dont le contenu est divisé en trois séquences. Le premier segment comprenait un délai de 33 ms entre l'envoi du média-son à l'un et l'autre des haut-parleurs, le deuxième un délai de 67 ms puis le troisième un délai de 100 ms.

La documentation spécialisée ne manque pas de données expérimentales sur les différences interauriculaires d'intensité et de phase, sur l'effet d'antériorité et la notion de délai. La majorité des tentatives théoriques sont essentiellement fondées sur des calculs d'absorption et de diffraction du corps humain, plus particulièrement de la tête et du pavillon auditif. Sont-ce également les indices basés sur les différences interauriculaires de temps et les niveaux d'intensité qui permettent la localisation auditive dans le plan vertical médian ?

6.2.2 La localisation auditive dans le plan vertical médian

À la lumière des ouvrages consultés, il semble que les informations transmises par les différences interauriculaires d'intensité et de temps soient négligeables dans le cas de la localisation auditive dans le plan vertical médian ou sagittal. Par contre, le paramètre de la fréquence entre en jeu de façon étonnante comme le rapporte l'expérimentation de Roffler et Butler.

[...]Roffler et Butler (1968) avaient disposé face à leurs sujets, à une distance d'environ 1,5 m, un ensemble de quatre haut-parleurs émettant des sons purs. Une tenture blanche séparait les haut-parleurs des sujets ; elle contenait 13 bandes repères noires l'une au-dessus de l'autre, numérotées de 1 à 13. Les sujets devaient indiquer la provenance des sons par rapport à ces repères, donc par l'un de ces nombres[...] Les haut-parleurs étaient placés aux niveaux 3, 6, 9,5 et 12. Les résultats sont assez remarquables. Les haut-parleurs ne

sont pas localisés en fonction de leur position effective, mais en fonction de la hauteur tonale du son pur qui est émis. [...] Les hauteurs mesurées croissent dans le même sens que la fréquence des sons. Le son à 250 Hz est localisé le plus bas, et le son à 7 200 Hz, le plus haut. (Canévet, 1989, p.95).

Blauert (1969/70) a repris l'expérience de Roffler et Butler en disposant le système de haut-parleurs en des points stratégiques au pourtour d'un hémisphère comme l'illustre la figure 6.5. Dans une chambre anéchoïque, des impulsions de 1/3 d'octave de bruit blanc sont envoyées au sujet de diverses manières : via le haut-parleur de face, de derrière, du dessus, via les deux haut-parleurs latéraux ou par les écouteurs. Les sujets devaient indiquer la hauteur apparente des impulsions sonores.

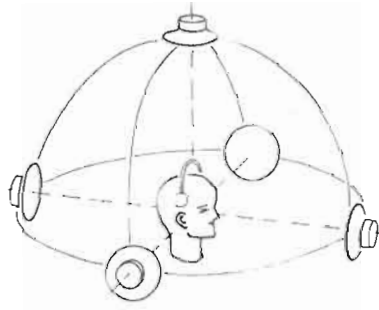


FIG. 6.5: Pastiche de la disposition du système de haut-parleurs dans l'expérience de Roffler et Butler.

Les résultats de Blauert arrivent aux mêmes conclusions que celles de Roffler et Butler :

Quels que soient la direction, le mode de présentation ou même le niveau de la bande de bruit, sa direction apparente est imposée par sa fréquence centrale. Ainsi, par exemple, des signaux au voisinage de 8 kHz ont presque toutes les chances d'être entendus comme s'ils venaient de dessus. À 1 kHz, ils donnent l'impression de venir de derrière. Les graves, enfin, sont plutôt localisés en face ainsi que les sons situés vers 3 kHz. (Blauert, 1969/70, p.96).

Il en ressort qu'afin de bien localiser une source sonore dans le plan vertical médian, le stimulus acoustique doit posséder un spectre riche dans les fréquences avoisinant 8 kHz (Hugonnet et Walder, 2000, p.62). Quant à Jonquet, il arrive aux conclusions que la fréquence centrale est plutôt de 7 kHz et ajoute que « pour une bonne estimation de

l'incidence du son dans le plan vertical médian, le pavillon auditif doit être présent, il assure un filtrage qui est fonction de la position de la source » (Jonquet, 1979, p.22). Mentionnons cependant, à la condition exprimée par Jonquet à savoir que « le pavillon auditif doit être présent », que les premières têtes artificielles ne comprenaient pas de pavillons auditifs mais que les modèles améliorés en sont munis, telle qu'en témoigne la tête KU100 de Neumann représentée à la figure 6.2.

Ces expérimentations indiquent que la fréquence centrale d'un stimulus acoustique est déterminante en ce qui a trait à la localisation auditive dans le plan vertical médian, quelle que soit la disposition des haut-parleurs. S'il est intéressant de constater que l'emploi de deux haut-parleurs suffit à simuler la position ou le déplacement apparent d'une source sonore dans l'axe horizontal, il est également intéressant de savoir qu'un seul haut-parleur suffit à la simulation d'une source en hauteur, dans le plan vertical médian, en dépit de l'emplacement réel du haut-parleur, en autant que la fréquence centrale émise se situe autour de 7 kHz et de 8 kHz.

6.2.3 L'évaluation de la distance

L'évaluation de la distance semble poser un problème général comme le sous-entend l'introduction de Fortier à ce sujet : « Notre appréciation de la distance d'une source sonore est médiocre. Des erreurs grossières sont fréquentes. Plutôt que des paramètres rigoureux, ce sont des indices qui nous renseignent quant à la distance de la source. » (Fortier, 1992, p.55-56). Canévet abonde également dans ce sens :

[...]le système auditif n'est malheureusement pas un télémètre ; il ne peut pas évaluer l'éloignement d'une source, excepté dans quelques rares cas, par exemple s'il s'agit d'une source connue ou « familière ». [...] Pour résumer, trois principaux indices contribuent à créer cette sensation : les variations d'intensité, le rapport du son direct au son réverbéré et certaines modifications spectrales typiques. La qualité du signal parole, connue ou non, musique, bruits, etc. joue aussi un rôle, mais n'est pas classée dans la catégorie des indices, puisqu'elle n'est pas une grandeur ordonnée, ni surtout mesurable. (Canévet, 1989, p.100).

À la lumière des expérimentations précédentes, il apparaît que les variations d'intensité, le rapport du son direct au son réverbéré et certaines modifications spectrales typiques soient les trois éléments indiciaires contribuant à l'évaluation de la distance. On reconnaît toutefois que l'aspect « familier » d'un son joue un rôle dans l'évaluation de la

distance mais on ne lui accorde pas de valeur indicielle parce que l'aspect familier d'un son n'est pas une grandeur ordonnée ni mesurable. À mes yeux, il s'agit là d'un territoire ouvert à l'exploration qui s'inscrit tout à fait dans la philosophie de l'approche ambiophone. Aussi, j'ai jugé pertinent que la question principale de mon activité de recherche-crédation orientée vers la connaissance auditive porte sur l'évaluation de la distance et que des scènes-paroles soient choisies pour l'activité.

6.2.3.1 L'indice d'intensité dans l'évaluation de la distance

Voyons ce que l'expérimentation de Gardner indique en ce qui a trait à l'indice d'intensité dans l'évaluation de la distance apparente des sons de la parole.

Il (Gardner) avait installé cinq haut-parleurs alignés face à ses sujets et présentait un signal de parole (courtes phrases) à différents niveaux, de 20 à 65 dB, mesurés à l'emplacement du sujet en son absence. Mais, seuls les deux haut-parleurs extrêmes étaient connectés ; le n°1, à 10 pieds, et le n°5 à 30 pieds. Le sujet ne le savait pas, et devait indiquer, après chaque phrase, lequel des cinq haut-parleurs pouvait être la source utilisée[...]

Les résultats obtenus suite à l'expérimentation de Gardner ont démontré que l'indice d'intensité joue un rôle important dans l'évaluation de la distance, car dans l'expérimentation citée plus haut, « ...seule l'intensité a guidé le jugement des auditeurs. Autrement dit, quel que soit le haut-parleur utilisé, les jugements de distance sont à peu près les mêmes : ils dépendent des niveaux d'émission acoustique, et non de la distance réelle. » (Canévet, 1989).

La conclusion de Gardner et de Canévet à l'effet que la position des haut-parleurs a peu d'influence sur l'évaluation de la distance entre le sujet et le haut-parleur me paraît plausible. Par contre, affirmer que l'évaluation de la distance dépend de l'intensité du signal émis, sans égard à l'indice produit par les stimuli « courtes phrases parlées » suscite la réflexion. Par exemple, j'habite à quelques kilomètres d'un aéroport et, lorsqu'un avion passe dans le ciel et que les fenêtres de la maison sont ouvertes, j'identifie la source sonore comme étant lointaine malgré le fait que le son soit de très forte intensité. De même, lorsque le militaire écoute le champ sonore à l'aide du topophone, il sait très bien que l'ennemi n'est pas plus près de lui parce qu'il l'entend plus fort. Par conséquent, **j'adhère à l'hypothèse que la connaissance des éléments qui entrent en cause dans la production du son joue un rôle déterminant dans l'évaluation de la distance.**

Réfléchissons maintenant à partir d'une situation vécue au hasard de la vie quotidienne et qui se passe en extérieur. Imaginons que je sois assise sur un banc de parc situé au cœur de la ville de Montréal et à proximité d'un clochard qui se parle tout seul. Soudainement, le clochard se lève et s'éloigne progressivement de moi tout en continuant à parler. Quels faits observables concernant l'indice d'intensité puis-je décrire à l'issue de cette rencontre fortuite ?

De ma position épacentrale, je puis observer que les paroles du clochard se voilent et s'estompent au fur et à mesure qu'il s'éloigne de moi, jusqu'à ce qu'elles se fondent dans le paysage sonore. En d'autres termes, plus la source s'éloigne de moi, plus les paroles du clochard deviennent diffuses et perdent en intelligibilité. Dans cet exemple, on serait tenté de croire que plus la source sonore est loin, plus elle est de faible intensité, mais en réalité, le niveau d'amplitude de la voix qui s'éloigne demeure sensiblement la même. En fait, c'est la distance comprise entre lui et moi qui augmente alors que dans l'expérimentation de Gardner, ce sont les niveaux d'amplitude à la source qui ont été modifiés alors que les distances sont demeurées inchangées.

Tentons une analogie en comparant deux types de médias, une photographie et un enregistrement sonore. Lorsque je tiens dans ma main une photographie de la tête d'une personne et la regarde de près, je suis en mesure d'observer des détails que je ne verrais pas nécessairement si je tenais la photographie le bras allongé. Néanmoins, ce n'est pas parce que je regarde la photographie le bras allongé que je verrai apparaître son corps. Par analogie, ce n'est pas parce que le système de son est à ,5 m ou à 10 m de moi que j'entendrai la voix crier ou chuchoter, et cela restera vrai même si j'augmente le volume, ou l'amplitude du signal. Dans un cas comme dans l'autre, les informations auditives gravées sur le média-son demeurent inchangées. En outre, je peux produire un agrandissement de la photographie pour les besoins d'une affiche par exemple, comme je peux amplifier la voix qui chuchote par des moyens électroacoustiques afin de satisfaire aux exigences d'un large auditoire. Néanmoins, cela ne changera rien au contenu. Par ailleurs, lorsque je regarde une affiche de très près, j'ai une vision réduite de l'environnement visuel dans lequel je me trouve. Par contre, lorsque je m'éloigne de l'affiche, j'ai une vision élargie du contexte environnemental dans lequel je suis. Par analogie, lorsque je suis au bord de la fontaine du Complexe Desjardins qui génère 80 dB(A) et 85 dB(A), jet bas et jet haut, je suis pratiquement coupée des sons ambiants et lorsque je m'en éloigne, les sons du contexte environnemental redeviennent audibles.

6.2.3.2 L'indice de la réverbération

Examinons maintenant le deuxième indice contribuant à l'évaluation de la distance, celui du rapport entre le son direct et le son réverbéré. « Au signal direct, s'ajoutent les réflexions du son contre les surfaces de l'espace environnant. Plus les réflexions conservent longtemps leur énergie, plus le temps de réverbération est long. » (Augoyard et Torgue, 1995, p.120). Contrairement à l'étonnante réverbération des sons entendus dans les cathédrales, dans le cas des sons émis en champ libre ou en chambre anéchoïque, la réverbération est pratiquement nulle. En champ libre, l'onde sonore se propage jusqu'à ce que toute son énergie initiale se soit dissipée tandis qu'en chambre anéchoïque, la quasi-totalité de l'énergie acoustique est absorbée et transformée en énergie calorifique dès qu'elle entre en contact avec les parois de la chambre. Par contre, lorsque je suis dans une salle à écouter un locuteur qui s'éloigne en parlant, le rapport du son direct au son réverbéré décroît. Par conséquent, tout auditeur expérimenté associera la décroissance relative du son direct à l'éloignement de la source et l'évaluation de la distance reposera en partie, sur l'indice de la réverbération.

Mershon et King ont transposé ce constat pour le soumettre à une expérimentation en laboratoire, dans des conditions contrôlées, puis ils en sont venus aux conclusions suivantes :

Les différences d'intensité, prises isolément (expérience en chambre sourde), ne permettent pas d'estimer la distance, mais sont utilisables pour apprécier assez finement les *variations* de distances. Au contraire, la réverbération (présente dans l'expérience en tunnel) semble avoir une qualité d'indice absolu, qui permet le positionnement d'une source dans l'espace proche de l'individu. [...] Plus la réverbération est élevée, plus la distance perçue est grande. (Mershon, 1975 in Canévet p.101).

Précisons cependant que pour cela, les éléments qui vibrent en sympathie doivent être des matériaux réfléchissants car si les murs sont très absorbants, il y aura pas ou peu de réverbération. Néanmoins, Hugonnet et Waldel corroborent les conclusions de Mershon en stipulant que « le taux de réverbération semble constituer un indice *absolu* de positionnement d'une source en profondeur, alors que la simple connaissance de l'intensité ne le permet pas. » (Hugonnet et Waldel, 1998, p.64). Si le taux de réverbération constitue un indice absolu de positionnement d'une source sonore dans l'axe proche/lointain, c'est que les éléments de la contexture environnementale, les éléments sympathiques, constituent une source d'informations sur la distance comprise entre l'auditeur et la source

sonore. On peut alors parler d'une distance qui s'entend, une distance *audible*⁷. Julien et Warusfel font appel à la notion de distance *auditive*⁸ pour expliquer la démarche adoptée par le système perceptif pour interpréter la perspective créée par le rapport entre le son direct et l'effet de salle⁹ mais soulignent que « ce principe, employé généralement en post-production pour créer des plans sonores est discutable, car il peut s'accompagner d'effets secondaires, comme la perte de précision de la localisation latérale ».

6.2.3.3 L'indice du spectre acoustique

Selon Gardner et dans le cas de la parole, le troisième indice contribuant à l'évaluation de la distance serait lié à la modification du spectre acoustique produite par les diverses attitudes vocales.

Poursuivant son travail sur la distance apparente des sons de la parole, Gardner demande à un locuteur de parler à voix normale, à voix basse, en chuchotant et en criant, à 3, 10, 20 et 30 pieds du sujet. Les résultats de cette expérience montrent que la parole « normale » est relativement bien localisée : les moyennes des distances fournies par les 10 sujets coïncident avec les distances réelles. Par contre la voix chuchotée, donc à spectre essentiellement aigu, est perçue beaucoup plus proche. La voix criée est perçue en moyenne plus loin, sans doute à cause de modifications spectrales dues à l'effort vocal. (Canévet, 1989, p.102).

Les résultats obtenus par cette expérimentation de Gardner sur la distance apparente des sons de la parole sont fort différents de celle qui portait sur les variations d'intensité d'une même séquence de courtes phrases parlées (section 6.2.3.1). En effet, les résultats de celle-ci suggèrent que les modifications spectrales dues à « l'effort vocal entrent en ligne de compte dans l'évaluation de la distance » et que jusqu'à présent, toutes les expériences rapportées dans le présent chapitre font abstraction de la manière dont le sujet appréhende ce qui est écouté. Si l'on considérait cette expérimentation selon l'approche ambiophone, les conclusions tirées des résultats seraient exprimées de la façon suivante : les diverses attitudes adoptées par le narrateur comprennent des valeurs indicielles qui

⁷Je suggère d'employer le qualificatif *audible* à la place de *auditif*, « car le qualificatif « auditif » [...] n'a que le sens physiologique, « relatif à l'ouïe », (*conduit, système...auditif*) avec des extensions didactiques ». Par contre, l'adjectif *audible* [...] devient assez courant au XX^e siècle avec le développement des sons enregistrés ; d'où le dérivé AUDIBILITÉ n.f. et la substantivation (*l'audible*, 1937). (Rey, 1998, p.256).

⁸*Ibid.*

⁹L'effet de salle est un terme équivalent à l'effet de réverbération de cette salle.

font appel à la connaissance du participant dans l'évaluation de la distance apparente de la parole, car dans l'expérience auditive de la vie quotidienne, lorsque j'entends une personne chuchoter, c'est normalement parce qu'elle est tout près de moi alors que si je l'entends crier, c'est normalement parce qu'elle est loin de moi. Si elle me crie à 0,5 m de la tête, c'est plutôt parce qu'elle est en colère ou bien que nous sommes dans un endroit tellement bruyant que nous avons peine à tenir une conversation.

6.3 La localisation extra et intra crâniennes

Les résultats des expérimentations sur la localisation auditive pratiquées en chambre anéchoïque à l'aide de médias-son de synthèse projetés par des haut-parleurs positionnés à une certaine distance du sujet semblent différer des résultats obtenus lorsqu'ils sont projetés par des casques d'écoute positionnés sur les oreilles. À ce sujet, on note que lors des expérimentations effectuées sous casque d'écoute, les sujets localisent le son dans la tête (Hugonnet et Walder, 1998, p.65; Canévet, 1989, p.108).

The identification of a sound that is presented over headphones is described as “lateralization” rather than *localization*. Lateralization is the identification of the position of the sound on the left-right dimension. With conventional recording and playback, the sound usually is experienced as inside the head. (Bregman, 1990 p.732).

Le caractère unidirectionnel de la latéralisation a posé le problème de la perspective lors de l'écoute au casque et voici la solution trouvée par les chercheurs pour remédier à ce problème :

Si l'écoute naturelle permet une localisation *extra-crânienne* des sources sonores, l'écoute au casque ne permet qu'une localisation *intra-crânienne* appelée *latéralisation*, le long d'une ligne fictive entre les deux oreilles. Cette *restriction* est due en partie à l'absence des fonctions de transfert spectrales signalées en écoute naturelle. En effet, si l'on introduit ces fonctions de transfert par l'utilisation d'une tête artificielle, la localisation extra-crânienne d'une source sonore devient possible lors de l'écoute au casque. (Hugonnet et Walder, 1998, p.65).

À ma lecture, Hugonnet et Walder qualifient une situation d'*écoute naturelle* lorsqu'elle provoque la localisation *extra-crânienne* des sources sonores par rapport à une situation d'*écoute au casque* qui favorise une localisation *intra-crânienne*, la latéralisation.

De mon point de vue, la situation d'écoute est naturelle dans les deux cas, car en fait, un casque d'écoute comprend deux petits haut-parleurs intégrés aux écouteurs placés sur les pavillons auditifs externes et qu'à mon avis, une situation d'écoute naturelle ne saurait dépendre de la distance comprise entre le système auditif et les haut-parleurs. Il me semble plus juste de parler d'une situation d'écoute à aire ouverte et d'une écoute à aire fermée dont le champ est déterminé par la proximité des haut-parleurs par rapport aux oreilles¹⁰. Toutefois, je dois préciser qu'il existe des écouteurs de types ouvert et fermé sur le marché et que la différence entre les deux réside dans le fait que les premiers permettent à l'auditeur de demeurer en contact avec les sons de l'espace externe tandis que les fermés isolent le sens de l'audition des autres sens et qu'ainsi, l'expérience intersensorielle est dichotomisée. Ce qui est intéressant pour mon étude est de constater que l'indice de la distance comprise entre le haut-parleur et l'oreille semble jouer un rôle déterminant dans le phénomène de basculage entre la localisation *extra/intra crânienne*. D'autant plus intéressant qu'un phénomène de basculage opère également dans une situation d'écoute n'impliquant pas de haut-parleurs.

En effet, pour qui a gardé le silence pendant une vingtaine de minutes dans une chambre anéchoïque du même type que celle représentée à la figure 6.6, il ne subsiste aucun doute sur le fait que l'absence de stimulations acoustiques provenant de l'espace externe environnant fait ressurgir les sons de l'activité interne du corps tels la respiration, le gargouillement d'estomac, la circulation sanguine et l'activité cérébrale¹¹. Il semble donc que l'être humain soit continuellement à la recherche d'indices sur l'état d'une situation et, lorsque l'espace externe est muet ou que les informations sur l'espace externe sont bloquées, l'écoute se tourne vers l'intérieur du corps.

Ceci étant dit, j'ai porté une réflexion sur le port du casque d'écoute fermé dans les situations de la vie courante, en raison de l'approche ambiophone, et élargi le champ de l'expérience auditive à la notion d'intersensorialité. Par exemple, lorsque je suis assise sur le sable au bord de l'Océan Pacifique et que j'écoute le déferlement des vagues, je ne me demande pas si c'est vraiment le son de la mer que j'entends, s'il vient d'un poste radiophonique quelconque ou du système de son du *ranchitos* situé en bordure de l'océan, même si j'ai les yeux fermés. Je ne me demande pas non plus si le paysage visuel est réel ou s'il s'agit d'un film ou d'une photographie, même si j'ai les oreilles

¹⁰Rappelons brièvement à ce sujet que d'après les compositeurs Vande Gorne et Chion (Vande Gorne, 2005; Chion, 1983), la situation d'écoute naturelle se démarquait de la situation d'écoute acousmatique sur la base du vu et non vu. Voir à ce sujet la section 1.5.4.

¹¹Mentionnons à ce sujet que « si l'organe de Corti, siège de l'ouïe, n'était pas parfaitement isolé des voies d'approvisionnement normales du corps, les faibles pulsations du sang à travers les vaisseaux capillaires seraient ressenties comme un bruit de fond. ». (Stevens et Warshofsky, 1971, p.57).



FIG. 6.6: Chambre anéchoïque du Département de musique de l'Université du Québec à Montréal.

bouchées. Mon corps tout entier vit l'expérience de manière cohérente et je fais très bien la distinction entre l'environnement sonore pris dans son ensemble et les médias-son faisant partie de cet environnement. Telle musique rythme les exercices d'aérobic, telle autre accompagne subtilement le magasinage, on écoute la radio en conduisant l'automobile, utilise régulièrement le téléphone, etc. Par contre, lorsque j'écoute au casque un programme musical dont l'intensité est telle que l'énergie acoustique présente dans l'environnement n'entre pas en interaction avec mon système auditif, le design des écouteurs *intra-auriculaires* permet même de loger de très petits haut-parleurs dans l'entrée du conduit auditif outrepassant ainsi les fonctions primaires du système auditif, **mon cerveau gère des informations auditives sans rapport sensible avec les stimuli perçus via les autres sens** et il en va d'une perception intersensorielle dichotomisée tel que l'illustre la figure 6.7.

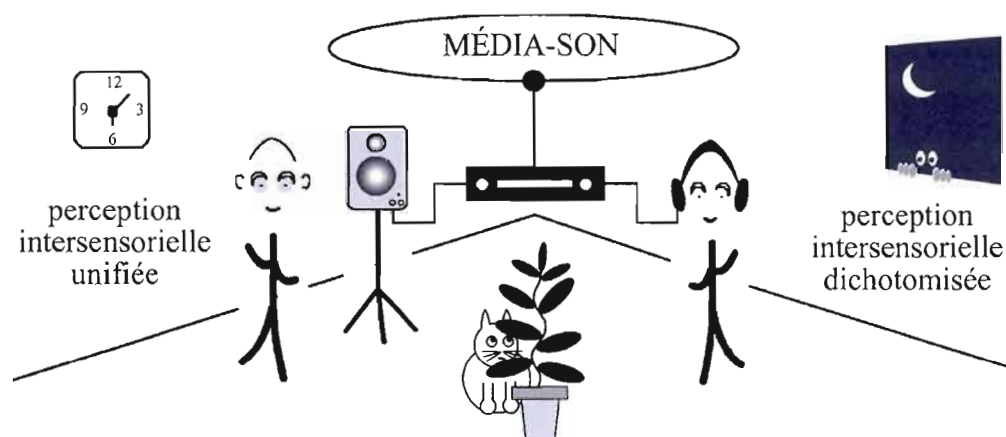


FIG. 6.7: Perception intersensorielle unifiée/dichotomisée.

C'est un vaste domaine de recherche qui s'ouvre, en somme. Voici décrite une expérience de terrain où s'est manifesté un phénomène intersensoriel que j'ai baptisé « effet osmotique ». Fervente praticienne de l'enregistrement sonore tout-terrain et décidée à enrichir mon corpus d'une série de sons de train¹², je me retrouve en bordure d'une voie ferrée, un bel après-midi d'été, un DAT en bandoulière, deux microphones accrochés au bout d'une perche en main et casque d'écoute sur les oreilles. Je compte enregistrer un plan rapproché du passage d'un train et j'évalue qu'à une distance de deux mètres, le niveau d'amplitude du son atteindra les 90-95 dB, ce qui est assez élevé. Par conséquent, je prends le soin

¹² Précisons qu'il s'agit d'une session d'enregistrement autre que celles présentées précédemment.

de régler le niveau d'enregistrement et d'ajuster le volume du casque d'écoute de façon à ce qu'il n'y ait pas de différence notable entre les sons de l'environnement entendus à l'oreille nue et ceux entendus sous casque d'écoute. Soudain, j'entends le sifflement du train qui se pointe à ma droite. Quelques trente secondes plus tard, la locomotive et sa dizaine de wagons martèlent les rails au passage, puis le volume sonore chute et s'estompe jusqu'à extinction. Je rembobine alors la cassette et enclenche le défilement de la bande audionumérique afin d'écouter l'enregistrement. Dès que je réentends le sifflement du train, je sursaute et regarde automatiquement à ma droite : pas de train en vue. Je pouffe alors de rire, trouvant cocasse cette méprise. J'ai perçu la scène du train qui arrive comme étant réel, il s'agit donc d'une perception extra-crânienne. Quelques minutes plus tard, pour meubler la longue attente d'un autre train, je décide de réécouter la bande. Le sifflement me surprend à nouveau, je sursaute puis regarde automatiquement à ma droite : autre fausse alerte ! Cette deuxième méprise m'étonne doublement. Je suis une habituée de la prise de son tout-terrain, je suis tout à fait consciente de ce que je fais et il fait partie de ma méthode d'écouter une prise de son en temps réel et de la réécouter *in situ* afin de déterminer s'il y a nécessité de reprise. Malgré tout cela, je me suis fait prendre une deuxième fois. Assez réussi comme effet de réalisme ! L'effet osmotique provoqué par cette expérience intersensorielle dichotomisée n'est sûrement pas exceptionnel et mériterait, à mon avis, qu'on s'y intéresse davantage.

6.4 Le Chalet de la montagne

Par le biais du *Chalet de la montagne*, je mets à l'épreuve un modèle d'activité de recherche qui sollicite les connaissances auditives des participants dans le but de vérifier l'adéquation cognitive entre des événements qui ont eu lieu dans un environnement sonore traditionnel, tels qu'entendus sur place en temps réel, et l'interprétation qu'on en fait lorsqu'entendus en dehors de leur contexte d'origine par l'intermédiaire des technologies du multimédia. En raison du premier principe fondamental de l'approche ambiophone qui considère l'être humain comme étant l'épicentre d'un environnement sonore donné et communicateur légitime de l'expérience vécue, ma deuxième activité de recherche-création orientée vers la connaissance auditive porte sur l'évaluation de la distance et les sujets sont invités à transmettre leur réponse par l'intermédiaire du questionnaire en ligne inclus à l'activité. En raison du troisième principe stipulant que les médias-son utilisés pour la création d'activités de recherche liées au projet ambiophone ainsi que pour la production de matériel conçu et réalisé dans le but de transmettre des connaissances sur l'environnement dans lequel nous vivons, doivent être obtenu par des enregistrements

pratiqués sur le terrain (médias-son authentiques) et que les scènes auditives qui en sont issues doivent répondre aux critères de la norme SAVÉ, des scènes-paroles à validité écologique ont servi de corpus sonore pour l'activité.

Aussi, *Chalet de la montagne* est un modèle d'activité en recherche-crédation dont l'essentiel de la démarche répond aux caractéristiques suivantes :

1. le corpus utilisé est composé de médias-son authentiques dont les scènes auditives répondent aux critères de validité écologique énumérés au chapitre quatre ;
2. l'activité de recherche se déroule dans des conditions environnementales qui s'inscrivent dans la vie quotidienne et particulière de chacun de ses participants ;
3. l'activité de recherche exige des réponses provenant de sujets humains ;
4. l'activité accorde l'importance aux valeurs subjectives et qualitatives ;
5. l'activité comprend une question principale et des sous-questions ;
6. la validité écologique des scènes auditives servant à l'activité de recherche est indiquée ;
7. la fiche technique est suffisamment détaillée pour que l'expérimentation soit reproductible par une tierce personne ;
8. la connaissance auditive de l'environnement sonore reste un sujet de recherche largement ouvert.

6.4.1 Description du lieu

Le *Chalet de la montagne* est situé sur la colline la plus élevée du Mont-Royal et la salle du Chalet se prête tout à fait à une activité liée à la perception auditive de l'environnement sonore. C'est un endroit récréatif ouvert au grand public et le chalet est offert en location soit pour des réceptions, des besoins de tournage cinématographique ou quelque'autres activités. La session d'enregistrement a eu lieu en après-midi, à la fin novembre, période de l'année pendant laquelle l'endroit est peu fréquenté. Quelques personnes viennent y lire, observer la nature ou simplement jouir d'un regard panoramique sur la ville. L'intérieur du chalet est divisé en deux sections dont l'une loge un « snack bar », une cuisine de service et un local comprenant une douzaine de machines distributrices. L'autre section, celle présentée à la figure 6.8, est une grande salle à aire ouverte, dépourvue de colonnes, mesurant près de 50 x 30 mètres et dont la hauteur libre avoisine les 6-7 mètres. La surface du plancher est en marqueterie, les murs consistent en

d'immenses portes vitrées qui forment trois pans de mur, le quatrième servant de cloison entre les deux sections. Le plafond est de style cathédrale et recouvert de plâtre.



FIG. 6.8: La salle de réception du Chalet de la montagne.

6.4.2 Instrumentation

- Deux microphones AT-4050CME de Audio Technica dont la caractéristique directionnelle a été réglée à cardioïde sont positionnés à une distance de 1,5 m des portes situées sur le côté Ouest du *Chalet de la montagne* à environ 0,5 m du sol. La distance entre les deux microphones est de deux mètres. Le commutateur de filtrage est inopérant ; l'atténuateur à l'entrée est réglé à 0 dB ; le diaphragme de la capsule du microphone pointe vers l'est.
- Une enregistreuse audionumérique DAT de Tascam dont la fréquence d'enregistrement est réglée à 44.1 kHz et dont la fonction *Limitter* est contournée.
- Un caméscope numérique Hitachi positionné tout près du dispositif d'enregistrement sonore pointe en direction Est. Tous les réglages sont en mode automatique

et le plan grand ensemble a été retenu pour la captation.

6.4.3 Stratégies de captation sonore et visuelle

J'ai d'abord déterminé 6 positions d'arrêt étalées dans l'axe proche/lointain dont les distances par rapport au dispositif d'enregistrement sonore sont : 0,5 m pour le plan 1 ; 5,3 m pour le plan 2 ; 12,1 m pour le plan 3 ; 24,9 m pour le plan 4 ; 33,3 m pour le plan 5 et 46,5 m pour le plan 6. La façon dont s'est effectué le choix de la distance entre les 6 plans est la suivante : il y avait un photographe sur les lieux qui avait choisi trois endroits où placer ses chaises en vue de sa session de photo. Je lui ai demandé si je pouvais utiliser ses chaises pour mes besoins de captation audiovisuelle, ce qu'il a accepté. La distance des plans 2-3 et 4 a donc été déterminée par l'oeil d'un photographe. Il me manquait le gros plan et le plan lointain qui ont formé les plans 1 et 6. Et puisqu'il y avait trop de distance entre la position 4 et 6, 24 m, j'ai ajouté le plan 5 entre les deux. De cette façon, j'ai obtenu un étalement gradué des plans sonores et visuels.

Ensuite, j'ai donné les instructions suivantes à mon assistant de recherche¹³ : le conte doit contenir six parties dont la durée unitaire est d'environ 15 secondes et la récitation du conte débute à la position 6, soit la plus éloignée. Une fois la première strophe terminée, il doit se rendre à la position 5 et poursuivre sa narration, puis à la position 4, et ainsi de suite jusqu'à la position 1. Le média-son utilisé pour l'activité *Chalet de la montagne* comprend donc 6 scènes-paroles enregistrées à différentes distances des microphones et chaque plan sonore correspond à un plan de la scène visuelle. Enfin, il a été demandé à l'improvisateur de parler à voix normale quelle que soit la position occupée. Cependant, une fois rendu à la position 1, soit à 0,5 m du microphone, l'improvisateur a naturellement adopté un ton de voix plus intime, ce que j'ai décidé de conserver, me rappelant l'expérimentation de Gardner sur la voix chuchotée. Les enregistrements sonores et visuels ont été effectués simultanément et de façon continue, la séquence-parole respecte ainsi une unité de lieu et de temps. **CD-18 Les 6 plans sonores du *Chalet de la montagne* : durée 2 min 35 s.**

6.4.4 Participation

Le nombre total d'internautes ayant participé à l'activité *Chalet de la montagne* s'élève à 18 et parmi eux se trouvent des collègues universitaires, des amis sollicités et

¹³Maxime Piché, <http://www.organigramme.net/>

quelques correspondants rencontrés par Internet. Chacun d'entre eux a fait l'objet d'une correspondance individuelle afin de m'assurer d'une seule participation par personne. Les répondants inscrits à la ligne 4 et à la ligne 9 du tableau synthèse, à l'annexe 03, ont été éliminés parce que leurs réponses soulèvent un doute quant à la rigueur avec laquelle ils ont répondu aux questions. Dans le cas du participant 4, aucune des réponses inscrites aux quatre premiers plans correspond à l'ordonnement correct des plans sonores alors que les 17 autres participants ont réussi à 100 % cette partie du test. Dans le cas du participant 9, il a répondu *comprendre sans problème* tous les mots des 6 scènes auditives alors que même l'improvisateur a eu de la difficulté à écrire toutes les paroles du conte à l'écoute de la séquence. De plus, ce sont les deux seuls participants qui ont affirmé avoir passé le test avec un niveau d'intérêt *moyen* alors que les 16 autres ont dit avoir passé le test avec un niveau d'intérêt *élevé*. J'ai sollicité la participation des personnes de façon individuelle, par courrier électronique ou par voie orale mais sans critère de sélection en regard de l'âge, du sexe, de la religion, du niveau de scolarité, de l'acuité auditive ou du salaire, etc. Les sujets étaient cependant dans l'obligation de participer à l'activité et de faire parvenir leurs réponses par l'intermédiaire du poste Internet à l'aide duquel ils ont participé à cette activité de recherche. Toutes les réponses au questionnaire me sont parvenues par Internet et les informations se trouvant sur la fiche de réception atteste que les conditions d'écoute ont été différentes pour chacune des participations.

6.5 Questions de recherche

1. À quel plan sonore correspond le plan visuel 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 ?
2. Qualifiez le degré d'intelligibilité des improvisations en donnant une note de 1 à 4.
3. Quel est votre plan préféré ?
4. Pouvez-vous identifier la cause du bruit de fond ?
5. Est-ce que le bruit de fond vous a dérangé durant le test ?

Chacune des questions était suivie d'un choix de réponses (voir appendice A).

6.5.1 Objectifs motivant les questions et compte rendu des réponses

1. À quel plan sonore correspond le plan visuel 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 ?

La première partie du questionnaire cherche à déterminer si, lors de la prise de son, la distance comprise entre le microphone et la source d'un événement sonore contribue de

façon significative à inscrire, sur le support d'enregistrement, des indices sur la distance réelle. Et, deuxièmement, dans quelle mesure les distances réelles sont-elles restructurées imaginativement lorsqu'elles sont entretenues par l'intermédiaire d'un poste Internet ? En outre, ce point vise à déterminer si les conditions d'écoute particulières à chaque individu, tant par les caractéristiques de son système de son que par sa physiologie, jouent un rôle déterminant dans la reconnaissance des distances. Pour ce faire, j'ai demandé aux participants de déterminer à quel plan sonore correspond les plans visuels 1, 2, 3, 4, 5 et 6, ces derniers étant étalés dans l'axe proche/lointain, selon le modèle épical. Le tableau synthèse des réponses (*voir* appendice B) démontrent que l'ordonnement des plans sonores a été réussi correctement 16 fois sur 16 pour les plans 1, 2, 3 et 4, et que les plans 5 et 6 ont été inversés dans 5 cas. Autrement dit, les 4 plans sonores dont la distance se situe à l'intérieur de 24,9 m ont été correctement ordonnés dans 100 % des cas alors que les plans dont la distance entre la source sonore et le microphone mesure respectivement 33,3 m et 46,5 m ont induit une ambiguïté dans au moins 32,3 % des cas.

Deux séquences d'ordonnement des plans sonores ont été relevées.						
D	F	B	E	C	A	11
D	F	B	E	A	C	5

2. Qualifiez le degré d'intelligibilité des improvisations en donnant une note de 1 à 4.

La deuxième question cherche à cerner dans quelle mesure, lors de la prise de son en salle réverbérante, la distance comprise entre le microphone et la source d'un événement sonore affecte l'intelligibilité de la parole. Pour ce faire, nous avons demandé aux sujets de qualifier le degré d'intelligibilité des paroles du conte (*voir* appendice C) en donnant une note de 1 à 4. Il en résulte que les plans-séquence 1 et 2 sont compris sans problème par l'ensemble des répondants. Les mots du plan-séquence 3 sont compris sans problème par 13 sujets mais le besoin de concentration se fait sentir chez les 3 autres. Au plan 4, la compréhension sans problème chute, passant de 13 à 4, alors que le besoin de concentration se fait sentir chez 11 sujets comparés à 3 au plan précédent. La compréhension des mots est partielle chez 1 sujet tandis que l'incompréhension totale ne concerne aucun sujet. On voit l'apparition de l'incompréhension totale par 2 sujets à l'écoute du plan 5 ; la compréhension partielle concerne la majorité, soit 8 sujets ; la concentration est nécessaire à 5 d'entre eux et seulement une personne comprend sans problème le plan 5. Quant au plan 6, tous les sujets éprouvent de la difficulté à comprendre, 4 d'entre elles doivent se concentrer ; 7 comprennent en partie ; l'incompréhension est totale pour 5 personnes.

Plans	1	2	3	4	5	6
4 Je comprends sans problème	16	16	13	4	1	0
3 Je comprends les mots mais doit me concentrer	0	0	3	11	5	4
2 Je comprends une partie des mots	0	0	0	1	8	7
1 Je ne comprends pas du tout les mots	0	0	0	0	2	5

3. Quel est votre plan préféré ?

La troisième question saisit l'occasion pour s'informer du goût du public. Devant une cohorte de sujets qui n'entretiennent, au prime abord, aucun lien d'affinité, et que la préférence est un choix on ne peut plus subjectif, la question cherche à déterminer si la préférence ira à un plan en particulier ou si elle sera partagée à l'image de la diversité des participants. Des concours de voix ont lieu depuis les temps anciens. Les premiers concours dithyrambiques ont eu lieu à Athènes autour de 500 av. J.-C. et c'est le poète Pindare qui inaugura l'âge d'or du dithyrambe. Aujourd'hui, la voix du narrateur hors-champ, du doublage publicitaire ou encore les voix radiophoniques sont choisies selon la qualité esthétique recherchée. Puisqu'une seule voix déclame dans l'activité *Chalet de la montagne* : est-ce que le plan sonore jouit d'une valeur esthétique ? On note qu'il se dégage une préférence marquée pour le plan 1 qui récolte 9 votes sur 16, ce qui représente 56 % des suffrages ; le plan 2 est le préféré de 4 sujets ou 25 % ; les plans 3 et 4 se partagent 3 votes alors que les plans-séquence 5 et 6 n'en récolte aucun.

Plans	1	2	3	4	5	6
Plan préféré	9	4	2	1	0	0

4. Pouvez-vous identifier la cause du bruit de fond ?

La quatrième question cherche à vérifier dans quelle mesure les gens sont capables de faire la distinction entre le bruit de fond et la réverbération de la voix. Les réponses sur l'identification du bruit de fond sont diverses : 4 participants répondent ne pas savoir ; 6 l'associent soit à la climatisation, à la ventilation, à un moteur ou à une machine ; 5 l'identifient comme étant la réverbération ou l'écho et 1 l'identifie au bruit induit par le dispositif technique.

5. Est-ce que le bruit de fond vous a dérangé durant le test ?

La question 5 cherche à savoir s'il existe un rapport direct entre le bruit de fond

dérangeant et l'échec dans l'étalement correct des plans sonores ou dans la compréhension des mots. Encore là, les réponses sont bien réparties : 6 ont répondu oui – 6 plus ou moins – 4 non.

6. Quel était votre niveau d'intérêt au cours du test ?

Cette question sonde le terrain à savoir si la formule de l'activité de recherche réussit à soutenir l'intérêt des participants. Les 16 sujets retenus ont répondu que leur niveau d'intérêt était élevé.

6.5.2 Discussion et interprétation des résultats

6.5.2.1 L'étalement des plans sonores

À la lecture des résultats obtenus, on constate que l'ordonnancement des plans 1, 2, 3 et 4 est réussi par tous les sujets sans exception alors que les plans 5 et 6 sont confondus par 5 sujets. Le haut taux de réussite concernant l'ordonnancement des 4 premiers plans sonores de l'activité indique que la distance comprise entre le microphone et les diverses sources sonores de l'environnement joue un rôle déterminant dans notre capacité à restituer en idée, en imagination, le caractère spatial d'un environnement sonore donné. En effet, 100 % des sujets ont correctement ordonnancés les 4 premiers plans sonores dont la distance se situe à l'intérieur de 24,9 m alors qu'à 33,3 m et 46,5 m, une ambiguïté a subsisté dans au moins 32,3 % des réponses.

Mettant à contribution mon expérience d'écoute sur le terrain ainsi que l'analyse du tableau synthèse des réponses à l'activité *Chalet de la montagne*, il convient d'exprimer ma certitude qu'au delà d'une certaine distance, l'oreille humaine est inapte à localiser une source sonore en intérieur avec précision. À mon avis, la confusion relevée aux plans-séquence 5 et 6 est due à un facteur ou à une combinaison de facteurs dont ceux relevant de la physiologie du système auditif, du caractère omnidirectionnel de la propagation du son, de l'effet de masque¹⁴ causé par le bruit de fond ou d'autres sons environnants auxquels s'ajoute la réverbération engendrée par les éléments sympathiques mis en vibration par les événements sources. Néanmoins, il semble clair que les conditions d'écoute lors de la participation à l'activité ne constituent pas un empêchement majeur à la capacité de l'être humain à restituer imaginativement l'étalement des plans sonores

¹⁴L'effet de masque est obtenu par la « présence d'un son qui, par son niveau d'intensité ou la répartition de ses fréquences, recouvre complètement ou partiellement un autre son. (Delétré, 1995, p.78).

dans l'axe proche/lointain, du moins dans les limites de cette activité, cette activité ayant été passée dans des conditions d'écoute différentes pour chacun des participants. Par ailleurs, l'utilisation d'une seule piste sonore pour le montage des 6 plans-séquence indique qu'un système d'enregistrement monophonique suffit à inscrire des informations sur l'organisation spatiale d'un environnement sonore donné.

À la lumière des expériences de Gardner et de celle-ci, j'arrive à la conclusion qu'**à l'écoute des scènes-parole, les participants ont considéré l'indice de la distance selon deux perspectives** : la perspective traditionnelle et la perspective idéale. La perspective traditionnelle se dessine par la distance comprise entre le sujet et le ou les haut-parleurs au cours de sa participation à l'activité, et la perspective idéale est le fruit de son imagination où il est parvenu à comprendre la perspective dont les plans-séquence portent les traces. Dans la visée du projet ambiophone, les résultats obtenus ont conduit à affecter le paramètre de la distance comme indicateur à partir duquel fixer les objectifs visant à atteindre l'adéquation cognitive entre des événements qui ont eu lieu dans un environnement sonore traditionnel et l'interprétation qu'on en fait lorsqu'entendus en dehors de leur contexte d'origine par l'intermédiaire des technologies électroacoustiques.

6.5.2.2 La compréhension des mots

Les réponses enregistrées dans la section *Compréhension des mots* indiquent que l'indice de la distance comprise entre le microphone et la source sonore lors de l'enregistrement joue un rôle important non seulement dans l'évaluation de la distance mais également dans l'intelligibilité de la parole ou la compréhension des mots. Pour l'analyse, j'ai compilé l'ensemble des réponses reçues sur la compréhension des mots puis j'ai comparé les résultats obtenus avec ceux sur l'étalement des plans sonores.

Les résultats indiquent que les paroles sont toutes intelligibles pour les 3 premiers plans et que seul le plan 4 comprend une exception. Alors que les quatre premiers plans sonores (1=D, 2=F, 3=B et 4=E) sont ordonnancés de façon correcte par tous les sujets, la compréhension des mots pour ces 4 plans-séquence atteint 98,5 %. Cela indique clairement l'existence d'une corrélation entre l'habileté à ordonnancer les plans sonores et le degré d'intelligibilité des paroles. Dans cet ordre d'idées, s'il y a une confusion marquée dans l'ordonnancement correct des plans 5 et 6, celle-ci devrait avoir des conséquences sur la compréhension des paroles composant les strophes respectives. À cet effet, on remarque que les plans 5 et 6 se partagent l'indice d'intelligibilité sans grand écart. Les participants ne comprennent pas du tout les paroles ou les comprennent en partie dans 10 cas pour le

plan 5 contre 12 pour le plan 6. Il faut toutefois souligner que 11 sujets sur 16 expriment le besoin de se concentrer afin de comprendre les mots de la strophe 4. Une fois de plus, il est suggéré que les conditions d'écoute influencent peu ou pas l'intelligibilité des paroles puisque les participants avaient la possibilité de régler les paramètres du système de son à leur convenance, notamment celui du niveau d'intensité.

6.5.2.3 Identification du bruit de fond et effet de masque

Autant il est important de démontrer qu'il n'est pas nécessaire d'exercer un contrôle absolu sur les conditions d'écoute des sujets dans l'accomplissement de certaines tâches cognitives, notamment celles reliées à l'ordonnancement des plans sonores, autant il est important d'évaluer jusqu'à quel point les sons « lo-fi¹⁵ » de la salle du Chalet interviennent dans le masquage des mots. Le bourdon présent dans la salle lors des trois visites qui ont précédé la session d'enregistrement est généré par le système de climatisation. Dans quelle mesure le bruit de fond de la salle est-il responsable de la difficulté que les sujets éprouvent à comprendre les paroles du conte improvisé ? En complément, si le bruit de fond s'avère dérangeant, c'est qu'il a potentiellement nuit à l'accomplissement de la tâche d'ordonnancement des plans 5 et 6 d'une part et, d'autre part, qu'il a eu une certaine incidence sur les résultats relatifs à la compréhension des strophes 5 et 6. Éliminons d'entrée de jeu la compréhension des strophes 1, 2, 3 et 4 car elles sont intelligibles à 98,5 % et que de toute évidence, le bruit de fond n'a causé aucun problème dans l'exécution de la tâche.

Étonnamment, il ne semble exister aucune corrélation entre le fait que le bruit de fond soit identifié correctement et le fait qu'il soit dérangeant. En outre, les répondants n'associent pas d'emblée la difficulté de compréhension à la présence du bruit de fond, qu'il soit identifié correctement ou non. En fait, les réponses sont tellement diversifiées que j'en suis venue à la conclusion que les sujets considèrent le bruit de fond comme quelque chose non pas d'agréable ou de désagréable, telle que le suggère la définition de l'effet de masque, mais plutôt comme quelque chose à laquelle on s'habitue ou ne s'habitue pas, à laquelle on porte attention ou pas. Le bruit de fond est associé à des éléments activés par une force énergétique constante, telle le système de ventilation du Chalet, 6 fois sur 16 alors que 5 sujets le confondent avec la réverbération de la salle, 4 répondent ne pas

¹⁵Paraphrasant le fameux hi-fi, le terme lo-fi dont la paternité revient à R. Murray Schafer, est utilisé pour qualifier un environnement sonore appauvri par une quantité plus ou moins importante de sons produits par des éléments nés de la révolution industrielle. Le terme a été repris par Bernard Delage orthographié comme suit « Low-fi », tel qu'utilisé dans son article intitulé *Mise en pièces et mise en scène de la ville*. (Delage, 1994, p.167).

savoir et 1 croit qu'il s'agit du dispositif technique. Toutefois, l'environnement sonore de la salle ayant ses caractéristiques propres, une oreille exercée ou attentive remarquera que le son du système de ventilation est stable et constant alors que la réverbération est plutôt dynamique, car elle se profile au gré des paroles.

6.5.2.4 Le plan préféré

Comme le démontre l'expérimentation de Gardner sur la distance apparente des sons de la parole, l'évaluation de la distance est facilitée lorsque les médias-son présentés au cours de l'expérimentation sont familiers, par exemple le son de la voix, des instruments de musique, de certains animaux, etc. (Julien et Warusfel, 1994 ; Gardner 1969). Dans le cas où la voix est la même pour tous les plans sonores et où l'ordonnancement a été réussi pour les 4 premiers plans sans difficulté de compréhension, on peut s'attendre à ce que les réponses allant au plan préféré soient réparties entre les 4 premiers plans. Étonnamment, les résultats indiquent une préférence accrue pour le plan 1 qui récolte 9 votes sur 16 alors que les plans 2, 3 et 4 se partagent les 7 autres, aucune préférence n'est accordée aux plans 5 et 6. En toute subjectivité, j'attribue la tendance préférentielle des répondants pour le plan 1 au caractère intime de la voix chuchotée.

6.6 Conclusion

La première partie du présent chapitre a présenté un tour d'horizon non exhaustif des recherches en psychoacoustique et en perception auditive desquelles je me suis inspirée pour la création de l'activité *Chalet de la montagne* dont la démarche et les résultats sont présentés en deuxième partie. Il en ressort que les résultats obtenus ont démontré que la méthodologie employée est suffisamment structurée et rigoureuse pour servir de départ à un modèle d'activités de recherche de nature préscientifique fondé sur l'expérience et sur l'observation de phénomènes sonores tels qu'ils se présentent, en général, dans la vie quotidienne d'un auditeur. Par les travaux de recherche-crédation rapportés dans ma thèse-crédation, j'ai ainsi mis en place les éléments nécessaires à l'exploitation de nouveaux territoires de connaissances et de communication, quatrième et dernier principe fondamental de l'*Odyssée des médias-son*.

CHAPITRE VII

TOUR D'HORIZON ET PERSPECTIVES D'AVENIR

7.1 Création et réalisations artistiques

Cette thèse-création a été motivée par le besoin d'élargir le champ de la communication et de la créativité par la mise en œuvre d'un mode d'expression sonore développé au croisement de diverses pratiques artistiques. Dans cette perspective, le premier défi à relever a consisté à mettre au point une méthode de composition stratégique qui éliminerait la contrainte temporelle liée à l'art des sons fixes de façon à me permettre, lors de l'exécution publique, d'entrer en interaction avec les artistes sur scène, même dans des temps improvisés, et de prendre ainsi une part active au déroulement du scénario. Des solutions ont été apportées à la contrainte temporelle liée à l'art des sons fixes, dans la mise en œuvre d'une performance théâtrale intitulée *Blanche-Neige*, par l'exploitation de la double nature du temps théâtral, le temps réel et le temps fictif. De cette création évolutive s'est dégagée la notion de « **scène auditive** », **premier terme du deuxième principe de l'*Odyssée des médias-son***. Ma thèse-création étant inscrite dans l'axe de l'interdisciplinarité, la méthodologie compositionnelle employée dans *Blanche-Neige* a par la suite été mise à l'épreuve dans le domaine de la danse, des arts visuels et de l'art acousmatique. L'exploration d'avenues inusitées dans l'art des sons fixes a alors conduit à la mise en œuvre d'une forme organisée de communication acoustique.

Au cours de la deuxième phase du volet création et réalisations artistiques, je me suis appliquée à tirer un meilleur parti de la stratégie compositionnelle mise au point précédemment. Pour ce faire, j'ai étendu ma recherche-création à l'organisation spatio-séquentielle des scènes auditives en exploitant la notion d'ambiophonie sur la base des trois dimensions du modèle euclidien, la largeur, la hauteur et la profondeur. Il en ressort que les trois dimensions spatiales des scènes auditives composant l'ambiophonie de *Spin 2-0-0-3* ont trouvé correspondance dans l'axe horizontal (gauche/droite), l'axe vertical (haut/bas) et l'axe de la distance (proche/lointain).

Après avoir présenté les travaux de recherche-création afférents aux réalisations artistiques *interdisciplines*, notamment la performance théâtrale, la danse et l'installation sculpturale, je me suis appliquée à poser les jalons d'un mode d'expression sonore ayant ses caractéristiques propres, la composition ambiophone. Le processus de création mis en œuvre dans *Ambiophonie urbaine* a adopté la perspective d'un paysage sonore au centre duquel je me trouve, ce qui a donné lieu à l'exercice de penser l'organisation spatiale des scènes auditives selon un modèle   picentral. La notion de paysage sonore a également été exploitée dans une visée écologique par le choix des scènes témoignant de la dimension sonore des activités socioculturelles d'une population donnée. Une discussion a suivi sur l'écoute acousmatique, les sons de haut-parleur et les sons de seconde nature, ce qui a servi à démontrer le bien fondé de déterminer un terme pour désigner les sons dont la source est un haut-parleur, les **médias-son**, **deuxième terme du deuxième principe fondamental de l'*Odyssée des médias-son***. Ce terme a été défini de façon substantielle au chapitre trois.

La représentation donnée pour le groupe de personnes ayant une d  fici  nce visuelle a suscité le besoin d'engager une réflexion sur la nature et l'espace du son à partir de faits observables dans la vie de tous les jours, abandonnant le point de vue du compositeur pour adopter celui de l'auditeur qui décompose les mixtures sonores environnantes pour en extraire ce qui lui est significatif. **De cette expérience s'est définitivement ancré le premier principe fondamental de l'*Odyssée des médias-son* qui reconnaît l'auditeur comme épicentre d'un environnement sonore donné et comme communicateur légitime de l'expérience vécue.** Le projet ambiophone ayant des perspectives d'avenir en direction de ce handicap, il en sera question à la section finale de la conclusion.

7.2 Fondements théoriques de l'approche ambiophone

Au chapitre deux, j'ai posé les fondements théoriques de l'approche ambiophone en déterminant les trois sections solidaires à partir desquelles est investi le champ de l'expérience auditive : l'espace externe, l'espace du savoir et les éléments qui entrent en cause dans la production du son.    ce sujet, j'ai présenté, lors du colloque *Voies interdisciplinaires*, 1999¹, une communication intitulée *Le son et l'espace : propos philosophiques* dont l'emphase portait sur le caractère dynamique et interactif du son au point

¹Le colloque *Voies interdisciplinaires* a eu lieu dans le cadre du Forum des études supérieures et de la recherche de l'Université du Québec    Montréal en 1999.

événement, là où s'opère la transduction entre les éléments qui entrent en cause dans la production du son et l'apparition du phénomène acoustique. À l'heure actuelle, le caractère dynamique et interactif du son suscite un vif intérêt chez de nombreux chercheurs affiliés à divers domaines disciplinaires dont l'axe majeur est le son, ce dont témoigne entre autres l'International Conference on Auditory Display 2005², qui a élu pour thème l'« Interaction ».

Puis, en 2002, j'ai identifié un deuxième point d'interaction au modèle théorique à trois sections, celui qui assure la transduction entre l'espace externe et l'espace du savoir, le point sensation. À ce sujet, j'ai présenté une communication intitulée *Ambiophonie : un changement de paradigme en philosophie du son*³ dans le cadre du Forum des études supérieures. Toutefois, je considérais mon modèle théorique incomplet parce que l'espace du savoir ne trouvait pas sa place au sein de la théorie ambiophone. Comment alors discuter de l'idée que nous avons du son, de sa reconnaissance ou de son identification ? Afin de remédier à ce problème, j'ai vu à l'intégration d'un troisième point d'interaction que j'ai nommé le point *idéation*, chaînon manquant à la théorie ambiophone pour investir l'espace du savoir. Une fois établie le cadre théorique, j'ai approfondi ma recherche étymologique sur le mot « ambiophonie » ce qui a mené à la construction du mot *ambio-phone* dont chacun des éléments désigne un espace particulier de la théorie, celui à partir duquel est investi le champ de l'expérience auditive. Ainsi, les réflexions théorico-praticiennes sur la scène auditive ont mené à l'établissement des fondements théoriques et pratiques d'une approche qui rassemble les éléments nécessaires à l'instauration d'une manière de faire et de penser le son qui tient compte à la fois du savoir humain (l'être humain étant considéré comme étant l'épicentre d'un environnement sonore donné), du son en tant que phénomène physique ayant lieu dans l'entourage d'un auditeur et des éléments qui entrent en cause dans la production du son, soit l'« **approche ambiophone** », deuxième terme du deuxième principe de l'*Odyssée des médias-son*.

Dans sa forme actuelle, la théorie ambiophone a fait l'objet d'une communication présentée à Haliburton, en 2004, dans le cadre de la retraite annuelle de l'Association Canadienne de l'Écologie Sonore sous l'intitulé *The field of hearing experiences according to the ambiophone approach*. Trois pièces de la série Saynètes⁴ de la vie quotidienne étaient au programme de la soirée : **CD-19 Soirée près du feu : durée 1 min 30 s ; CD-20 À la gare d'Ahuntsic : durée 1 min 30 s ; CD-21 Han sous la pluie :**

²<http://www.idc.ul.ie/icad2005>

³Cette communication a été présentée à l'Université du Québec à Montréal lors du colloque *Interdisciplinarité dans tous ses états*

⁴« On emploie aujourd'hui le terme archaïsant de saynète pour toute courte pièce sans prétention intellectuelle [...] » (Dictionnaire du Théâtre, PAVIS, 1996, p.313).

durée 1 min 30 s. Ces trois courtes compositions sont exclusivement composées de SAVÉ et leur organisation spatio-séquentielle s'inscrit dans les axes horizontal, vertical et proche/lointain. Elles offrent l'exemple de compositions ambiophones de courtes durées.

7.3 La physique du son, les médias-son et le système auditif

Au vingtième siècle, on assiste à l'éclosion d'une nouvelle catégorie de sons, ceux produits à l'aide des technologies électroacoustiques/numériques, ceux dont la source sonore est le haut-parleur. Les haut-parleurs adoptent toutes sortes de formes et produisent des mixtures sonores qui font désormais partie de l'environnement sonore d'un nombre sans cesse grandissant de citoyens de par le monde. Aussi, il m'est apparu que les sons dont la source est un haut-parleur constituent une catégorie singulière à laquelle j'ai assigné le mot « **média-son** », **troisième terme du deuxième principe de l'*Odysée des médias-son*.**

La catégorie des médias-son comprend deux sous-groupes, le groupe de médias-son authentiques et le groupe des médias-son de synthèse, et la distinction fondamentale entre l'un et l'autre de ces sous-groupes est que les médias-son authentiques ont fait l'objet d'un enregistrement acoustique et portent l'empreinte d'un environnement sonore réel et concret alors que les médias-son de synthèse sont pré-fabriqués et portent l'empreinte d'un environnement virtuel et symbolique. Il est à noter que tous les médias-son, qu'ils soient authentiques ou de synthèse, peuvent faire l'objet d'un enregistrement acoustique, comme c'est le cas lorsque j'enregistre les grillons dans ma cour et que soudainement, le son du poste radiophonique de ma voisine vient s'ajouter à la mixture sonore environnante. Cette section de chapitre s'applique à préciser la distinction entre les deux groupes de médias-sons et leur contexte d'utilisation, notamment dans un cadre expérimental.

Le chapitre trois expose ensuite les notions élémentaires de la physique du son à partir des trois sortes de stimuli les plus utilisés en recherche expérimentale : le son pur, le son complexe périodique et le bruit, les médias-son de synthèse étant les stimuli désignés pour la majorité des recherches expérimentales menées dans le domaine de la psychoacoustique. J'y expose également les notions complémentaires jugées essentielles à la compréhension des travaux de recherche expérimentale sur la localisation auditive présentés au chapitre six.

Les prémisses de la troisième section du chapitre trois sont les suivantes. Traditionnellement, les professionnels de l'audition (audiologistes, oto-rhino-laryngologiste, audio-

prothésistes etc.) étudient le fonctionnement des divers mécanismes du système auditif isolément et à l'aide de médias-son de synthèse. Dans l'optique de l'approche ambio-phone, le système auditif est l'organe chargé d'assurer la liaison entre l'espace externe et l'espace du savoir. Ces deux façons d'aborder l'étude du système auditif m'ont confrontée au problème suivant : d'une part, les médias-son de synthèse contiennent peu d'information significative sur l'environnement sonore et, d'autre part, les médias-son authentiques sont inadéquats pour étudier le fonctionnement du système auditif avec précision. Afin de solutionner ce problème, j'ai organisé le contenu de l'abrégé sur l'acoustique physiologique en harmonisant les deux approches. Pour ce faire, j'ai trouvé des informations complémentaires aux compétences spécialisées de l'acoustique physiologique à partir desquelles je pouvais tisser des liens fonctionnels et des relations transversales entre le fonctionnement du système auditif et le rôle qu'il assume au sein de l'organisme. De plus, j'ai intégré au texte un certain nombre d'inventions technologiques élaborées dans le but d'augmenter le champ de l'audition humaine à l'écoute de l'environnement. Ces diverses inventions technologiques ont été choisies en raison de leur pertinence à exploiter la « distance audible », du champ proximal au champ lointain, voyant en cela une façon de démontrer l'extension du modèle épical à l'aide de diverses technologies. J'ai ainsi affiché mes couleurs quant à l'importance accordée à l'indice de la distance dans ma recherche. En concomitance, j'ai porté à l'attention du lecteur le pour et le contre du développement technologique, car si, à l'heure actuelle, les avancées technologiques sont telles qu'elles permettent à l'équipe médicale de faire entendre des personnes atteintes de surdité, elles produisent également des sons dont la puissance est telle qu'elle entraîne la détérioration du système auditif des *entendants*. Cette section témoigne ainsi de mon souci pour l'écologie sonore dans le sens sch  ferien du terme.

En mai 2004, le Royal National Institute for Deaf People⁵, (RNID), un organisme du Royaume-Uni représentant 8,7 millions de malentendants, faisait la demande suivante : "We're looking (urgently) for some sound clips that demonstrate the effect of hearing loss and amplification for a big forthcoming exhibition." J'ai répondu à cette demande spéciale en faisant parvenir au Dr. Stuart Rosen⁶ le document audio **CD-22 The Effect of Hearing Loss : durée 01 min 35 s** que j'ai expressément conçu et réalisé pour l'occasion. Dans le libellé de la requête, le Dr. Stuart Rosen spécifie que : "We are familiar with Brian Moore's CD of course but wondered if you know of anything else - especially anything that would be particularly suited for demo use?" Cette précision indique, d'une part, que le besoin en médias-son authentiques spécialement conçus et

⁵<http://www.rnid.org.uk>

⁶<http://www.phon.ucl.ac.uk/home/stuart/home.htm>

réalisés pour répondre aux exigences de la recherche se fait sentir chez les professionnels des sciences de l'audition, et, d'autre part, que celles disponibles sur le marché, quoique étant utiles au théâtre, au cinéma ou à la composition musicale etc., satisfont plus ou moins les besoins de ces professionnels de la santé. Une coopération entre l'art et la science, quoiqu'élémentaire, a ainsi porté fruit.

7.4 Permanence Variation

L'activité *Permanence Variation* a conduit à l'établissement du troisième principe de l'*Odyssée des médias-son* stipulant que pour être conformes aux exigences du projet ambiophone, les médias-son utilisés pour la création d'activités de recherche ainsi que pour la production de matériel conçu et réalisé dans le but de transmettre des connaissances sur l'environnement dans lequel nous vivons, doivent être obtenus par des enregistrements pratiqués sur le terrain et que la scène auditive retenue pour l'exercice doit répondre aux critères de la norme SAVÉ, scène auditive à validité écologique. J'encourage ainsi une pratique de terrain qui accorde de l'importance à l'enregistrement de documents audio de qualité et dont l'authenticité est solidement appuyée par une fiche technique détaillée. Au cours des sessions d'enregistrements pratiqués en vue des créations artistiques, il a été démontré que pour obtenir un enregistrement de qualité il est nécessaire de développer des stratégies de captation microphonique adaptées aux conditions environnementales à chaque fois renouvelées et d'être apte à composer sur le champ avec les aléas, les contraintes et les avantages de l'environnement dans lequel a lieu l'enregistrement.

Par ailleurs, le terme « savoir » renvoie à la notion de connaissance et pour acquérir des connaissances sur le monde par le biais de l'audition, il faut que l'être humain soit en mesure d'établir des liens entre lui-même et les éléments du monde extérieur. Le lien qui semble jouer un rôle prépondérant dans l'acquisition de connaissances auditives est celui identifiant des éléments qui entrent en cause dans la production du son, le « quoi » de l'activité *Permanence Variation* ayant récolté le plus grand nombre de réponses exactes de la part des participants. Cette hypothèse trouve également preneur chez les organisateurs de la première édition des Journées du Design Sonore 2002⁷, comme le souligne Dr. James A. Ballas, ingénieur de recherche en psychologie au National Research Laboratory, Washington, USA, et conférencier invité au colloque, en répondant à la question suivante :

⁷<http://www.confes.loa.espci.fr/DS2002/fr/call/html> la deuxième édition des Journées du design sonore a eu lieu en 2004, http://www.design-sonore.org/index_flash.html

Why is sound identity important for sound design ?

It seems that identity is an inevitable outcome in hearing a sound and this outcome has perceptual and cognitive consequences. The few researchers who have studied the identification of sounds almost always point out that when subjects are asked in a free response format to describe a sound that they have heard, they provide a response that is an identity response, not a response that is descriptive of the acoustics. [...] The identity response produces a perceived object - something is causing the sound. The existence of this "object"⁸ then has subsequent implications because of the cognitive inferences that follow with the existence of an object. If sound identification has not occurred, then the subsequent inferences will not be supported. (Ballas, 2002, p.2).

L'activité *Permanence Variation* a permis de constater qu'à partir du moment où les sujets sont capables d'identifier un certain nombre d'éléments composant les scènes auditives qui ont fait l'objet d'un enregistrement tout-terrain, ils sont en mesure de créer des liens entre les événements sonores eux-mêmes, de les mettre en contexte, de leur donner du sens, bref, de les structurer mentalement selon une syntaxe renouvelée et intrinsèquement liée au vécu individuel du sujet pour autant que la durée des scènes le permette. C'est ce terrain que j'ai exploré là.

7.5 Le problème des mixtures sonores

Au chapitre cinq, je me suis penchée sur la problématique des mixtures sonores rencontrée dans ma pratique artistique comparativement au problème des mixtures tel qu'envisagé dans les recherches expérimentales bregmaniennes. Cette étape marque un point tournant dans l'atteinte de mes objectifs visant à établir les conditions nécessaires au développement d'activités de recherche propres à investiguer le champ de l'expérience auditive à l'aide de médias-son authentiques, car j'ai dû me positionner par rapport à une problématique partagée mais dont l'approche est diamétralement opposée. J'ai ainsi créé l'occasion de préciser ma position à savoir que d'après l'approche ambiophone, l'espace du savoir est occupé par un être humain doté d'une intelligence corporelle dont l'épicentre est le cerveau et que la distance comprise entre l'auditeur et l'événement sonore ayant lieu est un facteur-clé dans l'acquisition des connaissances sur le monde qui nous entoure.

⁸Il ne faut pas confondre ici avec la notion d'« objet sonore schaefferien ». L'objet sonore auquel Ballas fait référence est le "sound-producing object-event" (Ballas, 2002, p.6) et concerne les éléments qui entrent en cause dans la production du son, en l'occurrence les éléments qui entrent en cause dans sa production.

Par le biais de mes activités de recherche-création, je cherche à connaître la façon dont l  tre humain interprète l'information auditive qu'il perçoit à l'écoute de médias-son authentiques alors que par le biais des travaux relatifs à l'Analyse des scènes auditives bregmanienne présentées au chapitre cinq, on cherche entre autres, à l'aide de médias-son de synthèse, comment parvenir à modéliser le système auditif. Cette étude m'a éclairée en ce qui concerne l'emploi de l'expression « audition cognitive » pour désigner l'**action d'écouter dans le but de transmettre des connaissances sur ce que l'on vient d'entendre**. Aussi, j'utiliserai éventuellement l'expression « audition cognitive » pour désigner des activités de recherche conformes aux principes fondamentaux de l'*Odysée des médias-son*, cela dans le but de marquer la distinction entre les activités de recherche de nature artistique et les activités de recherche expérimentale de nature scientifique.    l'heure actuelle, l'expression « audition cognitive » désigne une technique d'audition utilisée pour l'audition d'un témoin lors d'enquêtes policières. Cette technique d'audition est destinée à améliorer les souvenirs des témoins et ses fondements théoriques sont issus de certains modèles de la mémoire humaine, et plus particulièrement à partir de l'hypothèse de l'encodage spécifique de Tulving et du concept de contexte. (Ginet et Py, 2001).

Dans un autre ordre d'idées, j'accorde beaucoup d'importance à l'hypothèse décrivant la distance comme étant un facteur déterminant dans notre capacité d'identifier et de décomposer les mixtures sonores.    cet effet, je suis d'avis que les deux plans séquences composant le document audio **CD-08 Captations microphoniques de la rivière Windigo à 0,5 m - 5 m - 0,5 m**, parce qu'ils sont authentiques, sont adéquats pour démontrer, hors de tout doute, que la distance joue un rôle déterminant dans la qualité des informations acoustiques perceptibles à l'écoute de l'environnement. En lien avec la décomposition des mixtures sonores et suite à cette étude, j'ai mis à profit la méthode de composition ambiophone dans la création d'un exercice multimédia interactif accessible en ligne⁹ à partir duquel on peut composer un environnement sonore. Le design de cette activité permet à l'internaute d'activer ou désactiver chacune des quatre s  quences¹⁰ composant la saynète *Soirée près du feu*, en plus d'offrir l'accès au réglage des niveaux d'intensité.

⁹<http://www.ambiophonie.ca/doctorat/saynetes/feu.fr.html>

¹⁰Le crépitement du feu, un groupe de personnes qui parlent entre elles, le tic-tac d'un horloge grand-père, le croassement des corneilles.

7.6 Chalet de la montagne

Au moment d'amorcer l'écriture du chapitre six, j'avais un double objectif en tête, le premier est relatif aux conditions d'expérimentation alors que le deuxième concerne l'indice de la distance dans la perception auditive de l'espace. Le premier objectif était de mettre en place un modèle d'expérimentation dont la formule permet la vérification des hypothèses de recherche auprès du public en général. Le deuxième objectif était de démontrer que l'indice de la distance est à considérer sous deux angles différents dans l'analyse des résultats : l'espace externe (réel), celui dans lequel les haut-parleurs et l'être humain se trouvent au moment de l'expérimentation, et l'espace virtuel (fictif), celui imaginé à l'écoute d'une scène auditive qui porte l'empreinte du lieu où s'est déroulé l'enregistrement. J'ai atteint ces objectifs par la création et la mise à l'épreuve d'un modèle d'expérimentation en ligne, élaboré avec des moyens artistiques mais dont la démarche s'inspire de la méthode scientifique. Ayant été initiée à la méthode scientifique des recherches expérimentales pratiquées en psychoacoustique et en perception auditive dès les années 1992-1993 lors de mes études en composition électroacoustique à la Faculté de musique de l'Université de Montréal, je savais combien il est important pour l'avancement de la recherche, notamment dans les domaines connexes à l'acoustique, que les conditions d'expérimentation soient conformes aux normes préétablies par la communauté de chercheurs. Cette attitude conformiste des scientifiques s'oppose à l'attitude non-conformiste des artistes qui doivent faire preuve d'originalité dans la réalisation de leur projet de création. Devant ces deux réalités, il était on ne peut plus clair que si je voulais orienter ma pratique artistique vers des problématiques communes, l'expérimentation devait fournir des résultats concluants, ce dont les résultats de l'activité *Chalet de la montagne*, dans les limites de la recherche-crédation, ont fait preuve. Ainsi, l'étude menée sur les expérimentations dans le domaine de la psychoacoustique m'a permis de tirer avantage d'une manière scientifique de procéder à l'expérimentation pour la création d'une activité de recherche dont la méthodologie employée est suffisamment structurée et rigoureuse pour servir de point d'ancrage à l'établissement d'un modèle d'activités de recherche de nature présocratique qui favorise l'exploitation de nouveaux territoires de connaissances et de communication, quatrième principe fondateur de l'*Odyssée des médias-son*.

7.7 Perspectives d'avenir

L'*Odyssée des médias-son* est un projet doctoral inscrit dans l'axe de l'interdisciplinarité. En conformité avec les exigences du programme de doctorat en Études et pratiques des arts, le volet *Création et réalisations artistiques* a présenté la façon dont je me suis prise pour expérimenter le transfert, l'adaptation et l'intégration d'approches disciplinaires en lien avec ma pratique artistique. En deuxième lieu, j'ai discuté des rapports entre ma position théorique et ma pratique artistique à travers diverses théories du son et en portant des réflexions théorico-praticiennes sur l'environnement sonore tel qu'entendu dans les situations de la vie quotidienne. Ces discussions m'ont permis d'ancrer, de donner assise aux fondements théoriques et pratiques de l'approche ambiophone de l'environnement sonore et de la scène auditive à validité écologique. En troisième lieu, l'approche ambiophone a mis le cap sur la recherche-crédation en investiguant les recherches expérimentales de nature scientifique dans le but de mettre en place les conditions nécessaires à l'émergence de formes d'hybridité et de mixité au niveau des concepts, des processus, des techniques et des matériaux relevant de ces deux sphères d'activités, artistique et scientifique.

L'audition joue un grand rôle dans l'acquisition de la compréhension de l'environnement. Partant du postulat que c'est par l'écoute que l'on apprend à parler, les enfants ayant une déficience visuelle ont tout intérêt à apprendre à identifier et à nommer les sons qui font partie de leur environnement quotidien ainsi qu'à reconnaître l'activité à laquelle ils sont associés. En outre, l'hypothèse communément partagée avec le groupe d'intervenantes en déficience visuelle rencontrées au cours des deux dernières années est que plus le jeune a un riche éventail de sons qu'il sait associer avec l'objet et sa fonction, plus il peut réduire le stress relié au déplacement. Il importe donc de sensibiliser l'enfant à différents sons pour qu'il soit en mesure de mieux analyser son environnement. Est-ce que ce son est loin ou proche ? Y a-t-il mouvement ? Est-ce que cela représente un danger ou non ?

Partons d'une expérience perceptive vécue par Gayle Young¹¹ à l'écoute de la saynète *Han sous la pluie*¹² alors qu'il avait été demandé aux participants à l'activité d'identifier ce qu'ils entendaient. *Han sous la pluie* est composé de quatre scènes auditives : un homme qui parle chinois, une forte pluie qui tombe, les coups de klaxon d'une automobile et le tonnerre qui gronde. Au commencement de la pièce, Gayle a dit penser entendre

¹¹Gayle Young est éditrice de la revue Musicworks <http://www.musicworks.ca/gayle-bio.asp>

¹²CD-21 *Han sous la pluie* : durée 1 min 30 s.

le bruit du vent frotter la grille du microphone lors de l'enregistrement. Lorsqu'elle s'est rendue compte qu'il s'agissait du bruit du tonnerre, il y a eu un changement drastique de perspective et ce bruit est passé *ipso facto* du proche au lointain. Quel est l'apport des connaissances visuelles dans la capacité de restituer imaginativement le proche/lointain ? Est-ce parce que le tonnerre est visuellement associé à l'éclair qu'il a automatiquement été imaginé comme venant de loin ? Et si Gayle n'avait jamais vu une étoile, un éclair, un nuage, un gratte-ciel ou la cime d'un arbre, ce changement de perspective aurait-il eu lieu ? De quoi ressort l'identification et l'organisation spatiale des diverses scènes composant une ambiophonie pour qui n'a pas ou peu usage du sens de la vue ?

Considérant les handicapés visuels comme formant un regroupement social dont les comportements et les attitudes d'écoute se démarquent de celles des autres et, dans l'hypothèse où une recherche-crédation en direction du handicap conviendrait au repérage de scènes auditives qui trouvent résonance chez les voyants et les non-voyant, il m'apparaît évident que dans un avenir très proche, le projet ambiophone sera en mesure de proposer des solutions importantes aux contraintes qui ralentissent le développement d'habiletés sociocognitives chez les personnes ayant une déficience visuelle et favorisera une meilleure compréhension du monde partagé dans lequel nous vivons.

Aussi, les perspectives d'avenir de l'*Odyssée des médias-son* s'inscrivent dans la mise en œuvre du projet ambiophone dont la démarche explorera et exploitera de nouveaux territoires de connaissances et de communication par l'investigation de la perception intersensorielle en direction du handicap visuel et à partir des principes fondamentaux institués dans l'*Odyssée des médias-son*.



Claire Piché

www.ambiophonie.ca

Juin 2008.



FIG. 7.1: *La scène auditive* - Claire Piché © ambiophonie 2004. Promenade Malecón, Puerto Vallarta.

APPENDICE A

QUESTIONNAIRE DE L'ACTIVITÉ *CHALET DE LA MONTAGNE*

Chalet de la montagne
Activité de recherche en audition cognitive

1. À quel plan sonore correspond le plan visuel 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 ?
2. Qualifiez le degré d'intelligibilité des improvisations en donnant le note 1 à 4
 - (a) Je ne comprends pas du tout les mots (1)
 - (b) Je comprends une partie des mots (2)
 - (c) Je comprends les mots mais dois me concentrer (3)
 - (d) Je comprends sans problème (4)
3. Quel est votre plan préféré ?
4. Pouvez-vous identifier la cause du bruit de fond ?
5. Est-ce que le bruit de fond vous a dérangé durant le test ?
 - (a) Non
 - (b) Plus ou moins
 - (c) Oui
6. Quel était votre niveau d'intérêt au cours du test ?
 - (a) Faible
 - (b) Moyen
 - (c) Élevé

APPENDICE B

SYNTHÈSE DES RÉPONSES : *CHALET DE LA MONTAGNE*

L'ordonnancement correct des plans sonores est : D – F – B – E – C – A

Le degré d'intelligibilité de la parole se lit comme suit :

- | | |
|---|-----|
| Je ne comprends pas du tout les mots | (1) |
| Je comprends une partie des mots | (2) |
| Je comprends les mots mais dois me concentrer | (3) |
| Je comprends sans problème | (4) |

PP est l'acronyme de « plan préféré »

Sujets	D=I F=II B=III E=IV A=V C=VI	PP	Bruit de fond	Dérangeant	Intérêt
1	D F B E A C 4 4 4 4 3 3	B	distorsion écho	non	élevé
2	D F B E C A 4 4 4 3 2 2	F	climatisation	oui	élevé
3	D F B E C A 4 4 4 3 2 1	D	amp micro	moyen	élevé
4 rejet	F B D C A E 4 4 4 3 2 3	D	réverbération	moyen	moyen
5	D F B E C A 4 4 3 3 2 1	D	ventilation	moyen	élevé
6	D F B E A C 4 4 4 3 1 3	D	climatisation	non	élevé
7	D F B E C A 4 4 4 2 1 1	D	ambient	moyen	élevé
8	D F B E C A 4 4 4 4 3 2	D	réverbération	oui	élevé
9 rejet	D F B E C A 4 4 4 4 4 4	A	sais pas	moyen	moyen
10	D F B E C A 4 4 4 4 3 2	B	air conditionné	oui	élevé
11	D F B E A C 4 4 4 3 2 2	D	écho	oui	élevé
12	D F B E C A 4 4 3 3 2 1	D	réverbération	moyen	élevé
13	D F B E A C 4 4 4 3 4 2	F	sais pas	oui	élevé
14	D F B E C A 4 4 3 3 2 1	D	réverbération	moyen	élevé
15	D F B E C A 4 4 4 3 3 3	D	sais pas	moyen	élevé
16	D F B E C A 4 4 4 3 2 2	F	moteur	non	élevé
17	D F B E A C 4 4 4 4 3 3	F	machine	non	élevé
18	D F B E C A 4 4 4 3 2 2	E	sais pas	oui	élevé

APPENDICE C

TEXTE DU CONTE : *CHALET DE LA MONTAGNE*

Le conte a d'abord été improvisé oralement par Maxime Piché en automne 2003 dans la salle du Chalet de la montagne puis il a été écrit à l'écoute du document audio.

Plan 6-C.

Il y a autre part des trésors enfouis qui n'attendent que nous pour être découvert. Malheureusement, ils sont inaccessibles et c'est pour cela que nous les poursuivons sans cesse, ils constituent un Eldorado et ils s'ennuient tout au fond du mur.

Plan 5-A.

Cependant, un soir de mai, si je me souviens bien, il y avait un orage qui rageait à l'extérieur. J'avais entrepris, par certaines lectures, de retrouver l'histoire qui avait marqué ma jeunesse, l'histoire d'un ancien roi mort dans son sommeil après avoir fait des découvertes assez particulières.

Plan 4-E.

Et j'ai passé cette soirée avec ces muses, ces démons et autres créatures mythiques à songer à ce que pouvaient signifier toutes ces pistes qu'il lançait à travers cet écrit. Je suis resté plutôt médusé et j'ai décidé de me coucher pour méditer durant mon sommeil sur toutes ces nouvelles découvertes.

Plan 3-B.

Maintenant, je me fais vieux et il me manque de force pour pouvoir accomplir autre chose que le trajet du lit au fauteuil et du fauteuil au lit. Je regarde par la fenêtre et je vois le printemps qui se dessine en pensant que peut-être cet été je ne serai plus.

Plan 2-F.

Un oiseau est venu me porter ce matin un message. Je ne l'ai pas lu mais je comprends qu'il est temps pour moi de partir. Je songe avec angoisse aux étapes qui mèneront à ce cercueil et me dit que, somme toute, ce n'est plus un long chemin à faire.

Plan 1-D.

Et maintenant, il semble que tout se soit évanoui, je ne pense plus, je ne suis plus, et pourtant...

APPENDICE D

RÉPONSES REGROUPÉES SELON LA SCÈNE-PAYSAGE *PERMANENCE VARIATION*

Ordre de présentation des scènes-paysages telles que présentées lors l'exposition *De la théâtralité dans tous les arts* qui a eu lieu à l'Université du Québec à Montréal en février 2001 dans le cadre du Forum des études supérieures et de la recherche

1. Playa Matapalo 2'10"
2. Les Tam-tam du Mont-Royal 2'06"
3. Atmosphère 2'13"
4. Au Casino de San José 2'03"
5. La Forêt tropicale 2'14"
6. Rivière Windigo 2'03"

La prise de son est stéréophonique, elle a été effectuée avec deux microphones Audio-technica AT4050/CM5 dont la caractéristique directionnelle est cardioïde et l'enregistreur audionumérique utilisé est un TASCAM DAP-1.

Pour les besoins de l'analyse, les réponses des 14 participants ont été regroupées selon la scène-paysage écoutée et l'ordre de présentation est le suivant :

1. Playa Matapalo
2. Rivière Windigo
3. Les Tam-tam du Mont-Royal
4. Au Casino de San José
5. La Forêt tropicale
6. Atmosphère

D.1 Playa Matapalo CD-10

1. Applaudissement, pluie extrêmement forte - auto qui roule dans l'eau
2. Pluie et voiture qui passe
3. La mer, l'océan
4. Baignoire, bord de l'eau - quelque chose qui passe
5. La pluie, ou même le bâton de pluie des Africains. Une chute vers laquelle on se rapproche et on s'éloigne en canot.
6. Plage, lever du soleil, oiseaux, une légère brise, c'est le calme, enfin on est où ??? relaxant, désorientant.
7. J'ai trouvé que c'est le vent, vague, pluie forte, bateau sur l'eau.
8. Iles de la Madeleine, plage de galets, immensité. Souvenir du camping sur la plage du St-Laurent à l'Ile d'Orléans.
9. Chute, eau, vent, vague, bateau. Nageur remonte à la surface et redescend.
10. J'écoute la pluie sous une tente au bord d'une rivière.
11. La mer, le rivage, sable blond.
12. Mer, sur le bord de l'eau, pluie avec chute, pluie sur un toit, pluie avec le vent, Vagues au bord de la mer.
13. La chute ? ou la pluie, c'est le printemps ? Ou la grande traversée, la mer ? si puissante et l'eau douce. Le vent ? le voyage.
14. Beaucoup d'air frais. Vaste, loin, niveau, calme, rythme, liquide.

D.2 Rivière Windigo CD-11

1. Eau qui coule, source, ruisseau.
2. Pluie (même qu'au début)
3. Cascade dans une forêt (même monsieur qui a connu l'océan)
4. Semblable au début.
5. L'eau qui coule, le micro serait sous l'eau, dans la rivière, il y a des courants, qu'est-ce qui se rapproche ? Ça se déplace, ça change de courants.
6. Piscine ? aquarium, eau en constant tourbillon, observation fixe, je surplombe l'endroit en question, petit, magnifique petit ruisseau à tourbillon et ?, pluie abondante lors de vacances en construction, à entendre l'eau s'accumulant et tombant à grosses gouttes.

7. Sur la rivière, la fontaine.
8. Printemps, dégel, le ruisseau déborde, /ogsteam boat/fg dans la réserve faunique de la Mauricie. J'ai la certitude qu'un rocher m'y attend.
9. Fontaine, ruisseau, forêt, jet.
10. La rivière Windigo ? je pense que je la reconnais ? montant, soudain un torrent
11. Cascade douce, ruisseau + la mer.
12. L'eau qui coule, ça ressemble au début. Ruisseau, petite cascade, il y a des roches, vagues, petite chute.
13. Retour au commencement, l'eau, je t'aime ? eau du ruisseau, Himalaya enfin, je rêve.
14. Chemin, circulation, profondeur, fluidité, aucune tension, foncé, ? image de petite rivière au milieu d'un bois. Circulation active de l'air, mouvement, écoulement, arrêt.

D.3 Les Tam-tam du Mont-Royal CD-12

1. Parade qui passe, Karifête dans la rue.
2. Parade Brésilienne.
3. Tambour, Casserole, en Afrique.
4. Jam de Tam-tam (tu promènes tes micros)
5. Les Tam-tam du Mont-Royal, une parade qui passe, celle des Latino-américains.
6. Je suis très jeune, je vais voir le théâtre de rue, petit spectacle avec des marionnettes géantes, on commence à me perdre dans la foule, musiciens sur des échelles, vue en contre-plongée totale, je les suis.
7. Festival, la culture d'Afrique
8. Festival dans la rue, soleil, plaisir.
9. Fête africaine et musique actuelle. On s'approche, on s'éloigne, on revient etc.
10. Bahia, la fête, le festival, le délire.
11. Tam-tam, l'Afrique, communauté, fête.
12. Train (loin), tempo, musique (saxe), Tam-tam, défilé avec des instruments, voix humaines, le défilé s'approche, s'éloigne.
13. Le train mais non ? la musique, un pas, une danse, un rythme, l'Afrique, le festival de jazz. Je passe ? ils passent. Le Tam-tam jam, la confiture.
14. Voyage, échange, dualité, rapprochement, cycle, passage, groupe partage.

D.4 Au Casino de San José CD-13

1. Percussions (ouf après une minute) ça c'est une arcade
2. Foire
3. Arcade
4. rien
5. Une arcade, machines à boules, à sous, les voix des gens sont en arrière-plan, toutes sortes de machine à jeu.
6. C'est le métro, dans les premiers mois, pas de walkman ? Ma machine à boule mini avec laquelle je jouais étant jeune, premier jeu vidéo où je m'amuse.
7. Les gens qui jouent avec les machines.
8. Cannes, souques, marché plein air, trop de monde, le fouillis.
9. Arcade marché asiatique. Grande ville de Bangkok.
10. Au fond d'un bar New Yorkais, là ou des bas-fond.
11. Bruit d'appareil électrique, casino, bar, jeu Nintendo. Mario Bross.
12. Jeux, maison de jeux, Casino, Parc de jeu à la Ronde, beaucoup de personnes.
13. Retour au manège, on s'accorde ou se désaccorde, on s'amuse, on cherche, se cherche ? sons, bruits, réalité d'ici.
14. Stress, fixation, martèlement, surabondance, drogue, chaleur, bouillonnement, intensité, aucun silence aucune pause.

D.5 La Forêt tropicale CD-14

1. Matin ou soir avant la brunante.
2. Forêt tropicale.
3. Jungle naturelle ou artificielle. Oiseaux, perroquet.
4. Animalerie, petit chien, biodôme.
5. La forêt tropicale ou un zoo ? non un magasin où l'on vend des animaux, des oiseaux, tout est mêlé.
6. Chez moi, en Abitibi, dans le bois ou lorsque je cours avec mon chien (jogging) dans un sentier en plein été.
7. Dans une forêt, campagne, été.

8. Le réveil à Gildford, champ-foin, été, chaud, soleil, Afrique.
9. Chaleur, été, nature, campagne, longues herbes.
10. Les Caraïbes ? les Antilles ? la chaleur ? le rêve.
11. Jungle, grillon, oiseaux d'espèce différente, ex : dindon
12. Oiseaux dans la forêt, on entend presque japper (mais un chien dans la forêt ?), oiseaux, tremolo.
13. La nature ? ça pue ? ben non, ça pique Haaa ! Douce tranquillité.
14. Odeur (mémoire), incrustation, harmonie, équilibre, différents niveaux de hauteur des sources sonores, sons saccadés mais paisibles.

D.6 Atmosphère CD-15

1. Avion (près d'un aéroport) moyen de transport (avion qui passe)
2. Décollage, ça ne décolle pas, ça plane
3. Tuyau, plaque de tôle en train de bouger, voix.
4. Tuyau, voix ferrée, voix en dessous de ?
5. Étrange, un son sourd, j'entends un moteur au loin, d'un avion peut-être.
6. Je suis seul, y a personne autour, où normalement c'est plein de monde, y a personne mais je me sens observé. C'est grand où je suis, je me promène d'étage en étage.
7. Avion, le son du cosmos.
8. Paysage intérieur, vibrations, tremblements de terre.
9. Musique pour cérémonie spirituelle sinistre.
10. Bande sonore d'un film de science-fiction : voyage au centre de la terre ? de l'inconnu.
11. Espace, les planètes, la force, la présence.
12. Auto, véhicule, avion + un avion.
13. Encore un voyage. Le bateau, l'espace ? Je pars, je quitte, j'appréhende le fond de la mer, l'arrêt, la grotte, je me rappelle.
14. Intérieur, présence, basse fréquence, vibration, son résiduel, ébullition, absence, disparition.

APPENDICE E

RÉPONSES REGROUPÉES SELON LA THÉMATIQUE

	QUOI						AUTRES	QUAND	OÙ	IMPRESSIONS
1	pluie	eau					applaud.			
2	pluie									
3			mer							
4		eau					baaignoire		bord l'eau	
5	pluie			chute			bâton-pluie		en canot	rapprochement-éloignement
6							brise	lever du soleil	plage	relaxant - on est où ???
7	pluie	eau			vague		vent		bateau sur l'eau	
8									plage	immensité
9		eau		chute	vague		vent			
10	pluie					rivière			bord rivière	j'écoute... ds une tente
11			mer							sable blond
12	pluie	eau	mer	chute	vague		vent	printemps	bord l'eau	
13	pluie	eau	mer	chute			vent			grande traversée-voyage
14							liquide			vaste-loin-calme-air frais
	7	6	4	4	3	1				

TAB. E.1: Playa Matapalo CD-10

	QUOI								AUTRES	QUAND	OÙ	IMPRESSIONS
1		eau					ruisseau		source			
2	pluie											même pluie qu'au début
3								cascade			forêt	même qui a connu l'océan
4											sur rivière	semblable au début
5		eau				rivière						
6	pluie	eau					ruisseau			vac.construc		
7						rivière		fontaine				
8							ruisseau		steam boat	printemps	rés.faunique	
9							ruisseau	fontaine			forêt	
10						rivière						
11			mer				ruisseau	cascade				
12		eau		chute	vague		ruisseau	cascade				ressemble au début
13		eau					ruisseau				Himalaya	retour au commencement
14						rivière					milieu bois	aucune tension-profondeur
	2	5	1	1	1	4	7	3 - 2				

TAB. E.2: La Rivière Windigo CD-11

	QUOI				AUTRES	QUAND	OÙ	IMPRESSIONS
1	parade						dans la rue	Karifète
2	parade							Brésilienne
3		tambour			casserole		en Afrique	
4		jam tam-tam						
5	parade	jam tam-tam					Mont-Royal	Latinos-américains
6								théâtre de rue
7			festival					culture d'Afrique
8			festival				dans la rue	plaisir - soleil
9				fête				Africaine + mus. actuelle
10			festival	fête			Bahia	délire
11		tam-tam		fête	communauté			l'Afrique
12	défilé	tam-tam			train au loin			
13		jam tam-tam	festival jazz		train mais non. . .			l'Afrique
14					groupe partage			voyage
	4	5	4	4				

TAB. E.3: Les Tam-tam du Mont-Royal CD-12

	QUOI					AUTRES	QUAND	OÙ	IMPRESSIONS
1	arcade								percussion ouf après 1 min.
2						foire			
3	arcade								
4									rien
5	arcade		machines		voix arrière-plan				
6			machines	jeu vidéo					souvenir- je m'amuse
7			machines		gens qui jouent				
8					trop de monde	marché plein air		Cannes	le fouillis
9	arcade					marché asiatique		Bankok	
10								New York	au fond d'un bar - bas-fonds
11		casino		nintendo		app. électriques			bar
12		casino			beaucoup pers.			Montréal	À la Ronde
13									réalité d'ici - on s'amuse
14					surabondance				stress - martèlement - drogue
	4	2	3	2					

TAB. E.4: Au Casino de San José CD-13

	QUOI			AUTRES	QUAND	OÙ	IMPRESSIONS
1					matin ou avant la brunante		
2	forêt tropicale						
3	jungle naturelle	j artificielle	oiseaux	perroquet			
4		animalerie		petit chien		biodôme	
5	forêt tropicale	zoo	oiseaux				
6	dans le bois				en plein été	en Abitibi	
7	forêt				été	campagne	
8				champ - foin	été au réveil	à Gildford - Afrique	chaud
9	nature			longues herbes	été	campagne	chaleur... le rêve
10						Caraïbes - Antilles	chaleur
11	jungle		oiseaux	dindon			
12	forêt		oiseaux	chien qui jappe ?			
13	nature						douce tranquillité
14				odeur (mémoire)			équilibre - harmonie
		3	4		5	6	

TAB. E.5: Forêt tropicale CD-14

	QUOI			AUTRES	QUAND	OÙ	IMPRESSIONS
1		avion				aéroport	avion qui passe
2							ça ne décolle pas - ça plane
3			tuyau	voix			plaque de tôle en train de bouger
4			tuyau	voix ferrée			voix en dessous de...
5	un son sourd	avion ?					étrange - j'entends un moteur au loin
6							je suis seul, me sens observé - grandeur
7	le son du cosmos	avion					
8	paysage intérieur						tremblements de terre - vibrations
9	mus. pr cérémonie spirituelle sinistre						
10	bande sonore d'un film science-fiction						voyage o centre de la terre, de l'inconnu
11	les planètes						espace - la force - la présence
12		avion		auto			avion + avion
13	j'apprends le fond de la mer						voyage - espace - je pars, je quitte
14	intérieur						présence - absence - vibration - disparition
		4	2	3		1	

TAB. E.6: Atmosphère CD-15

BIBLIOGRAPHIE

- ADORNO, Theodor W. et H. EISLER. 1944. *Musique de cinéma*. Paris : L'Arche, coll. « Travaux ; 17 », 179p.
- ADORNO, Theodor W. 2001 (1973, Frankfurt : Suhrkamp Verlag). *Le caractère fétiche dans la musique et la régression de l'écoute*. (Titre original, *Über den Fetischcharakter in der Musik und die Regression des Hören*). Paris : Éditions Allia, 84p.
- . 1962. *Philosophie de la nouvelle musique*. Titre original : Philosophie der neuen musik (1958), trad. de l'allemand par H. Hildenbrand et A. Lindenberg. Paris : Éditions Gallimard, coll. « Tel », 222p.
- APPIA, A. 1963. *La musique et la mise en scène*. Teaterkultur, 278p.
- ATTALI, Jacques. 2001 (1977). *Le bruit : essai sur l'économie politique de la musique*. Paris : Éditions Fayard / PUF, 305p. Cette nouvelle édition est une version totalement remaniée du texte original paru aux Presses Universitaires de France, Paris.
- AUCHER, M.-L. 1984 (1983). *L'homme sonore*. Paris : Epi, 92p.
- AUGOYARD, Jean-François et Henry TORGUE. 1995. *À l'écoute de l'environnement : répertoire des effets sonores*. Marseille : Éditions Parenthèses, 174p.
- AUGOYARD, Jean-François. 1999. « L'objet sonore ou l'environnement suspendu » in *Oùir, entendre, écouter, comprendre après Schaeffer*. Paris : Ina-Buchet/Chastel, Pierre Zech éditeur, p.83-106.
- AUMONT, J., MARIE, M., BERGALA, A., VERNET, M. 1983. *Esthétique du film*. Paris : Éditions F. Nathan, 223p.
- BALAY, Olivier. 1992. *Discours et savoir-faire sur l'aménagement de l'environnement sonore urbain au XIXe siècle*. Grenoble : Université Pierre Mendès-France de Grenoble, Doctorat « Nouveau Régime » de l'Institut d'Urbanisme de Grenoble, 452p.
- BALLAS, James A. 2002. "What is that sound? Some implications for sound design". Naval Research Lab, Washington, D.C., 12p.
- BARRIÈRE, J.-B. 1993. « De Paris : notes critiques » in *Circuit, revue nord-américaine de musique du XXe siècle*. F. Dhomont (éd.), *Électroacoustique-Québec : l'essor*, vol. 4, n°1-2, p.48-50.
- BAYLE, François. 1993. *Musique acousmatique : propositions.....positions*. Paris : Institut national de l'audiovisuel et Éditions Buchet/Chastel, 270p.

- BÉLIS, Annie. 1986. *Aristoxène de Tarente et Aristote : Le Traité d'harmonique*. Paris : Klincksieck, 268p.
- . 1999. *Les musiciens dans l'Antiquité*. Paris : Hachette Littératures, 315p.
- BENARDEAU, T. et M. PINEAU. 1995. *La musique*. Paris : Éditions Nathan, coll. « Repères pratiques », 160p.
- BILLETER, G., CRÉMIEUX-BRILHAC, J.-L., ECK, H., DUJARDIN, J. et LAURENCE, G. 1985. *La guerre des ondes : histoire des radios de langue française pendant la Deuxième Guerre mondiale*. Montréal : Éditions Hurtubise, 382p.
- BLAUERT, J. 1969-70. "Sound localization in the median plane". *Acoustica* 22, p.205-213.
- BLAUERT, J. 1983. "Spatial hearing : The psychophysics of human sound localization". The MIT Press (version anglaise actualisée de l'ouvrage publié en 1974 : *Räumliches Hören*, S. Hirzel Verlag).
- BLESSER, B. et L.-R. SALTER. 2007. *Spaces speak, are you listening ? experiencing aural architecture*. Cambridge : MIT Press, 437p.
- BRUNSWIK, E. 1943. "Organismic achievement and environmental probability". *The Psychological Review*, 50, 255-272.
- BORDAS, D. et BOUCROT, F. 1956. *Les théâtres d'ombres : histoire et techniques*. Paris : L'Arche, 203p.
- BORENIUS, J. 1977. "Moving sound image in the theatre". *Journal of the Audio Engineering Society*, vol. 25, p.200-201.
- BOSSEUR, Jean-Yves avec la collaboration de Daniel CHARLES et Alexandre BRONIARSKI. 1993. *Le sonore et le visuel : intersections musiques/arts plastiques aujourd'hui*. Paris : Dis voir, 158p.
- BOTTE, M.-C., CANÉVET, G., DEMANY, L., SORIN, C. 1989. *Psychoacoustique et perception auditive*. Paris : Les éditions INSERM, 141p.
- BOULEZ, Pierre. 1963. *Penser la musique aujourd'hui*. Genève : Les Éditions Gonthier, 170p.
- BRAITENBERG, Valentino. 2001 (1986). *Vehicles : Experiments in Synthetic Psychology*. Cambridge : MIT Press, 152p.
- BREITSAMETER, Sabine. 2003. "Acoustic Ecology and the New Electroacoustic Space of Digital Networks". *The Journal of Acoustic Ecology*, vol. 4, n°2, p.24-30.

- BREGMAN, Albert S. 1990. *Auditory Scene Analysis : The Perceptual Organization of Sound*. Cambridge : The MIT Press, 761p.
- CAGE, John. 1998. *Je n'ai jamais écouté aucun son sans l'aimer : le seul problème avec les sons, c'est la musique*. La Souterraine : La Main courante, coll. « La main courante », 34p.
- CARTERETTE, E.-C., FRIEDMAN, M.-P. 1978. *Handbook of Perception, vol. IV : Hearing*. New York : Academic Press Inc., 485p.
- CASATI, Roberto et Jérôme DOKIC. 1994. *La philosophie du son*. Nîmes : Éditions Jacqueline Chambon, 210p.
- CASTEL, Yohan. 2004. *L'émergentisme structural*.
<http://www.psychobiologie.ouvaton.org/>
- CAZENAVE, Michel. 1996. *Encyclopédie des symboles*. (1989, Droemersch Verlagsanstalt Th. Knaur Nachf., München). Paris : Librairie Générale Française, traduit de l'allemand par Françoise Périgaut sous la direction de Michel Cazenave, 818p.
- CHAUVIGNY, P. 1975. *Initiation hi-fi : stéréophonie et quadraphonie*. 2^e éd. revue par Pierre Chauvigny. Paris : Éditions Radio, 159p.
- CHERISEY de, Thérèse et Pierre POIX. 2000. *Ces ondes qui nous entourent*. Paris : Phare international, 125p.
- CHION, Michel. 1982. *La voix au cinéma*. Paris : Cahiers du cinéma/Éditions de l'Étoile, coll. « Essais », 141p.
- . 1983. *Guide des objets sonores*. Paris : Institut national de l'audiovisuel et Éditions Buchet/Chastel, 187p.
- . 1985. *Le son au cinéma*. Paris : Cahiers du cinéma/Éditions de l'Étoile, coll. « Essais », 220p.
- . 1988. *La toile trouée*. Paris : Cahiers du cinéma/Éditions de l'Étoile, coll. « Essais », 189p.
- . 1990. *L'audio-vision*. Paris : F. Nathan, coll. « Nathan Université », 186p.
- . 1993. *Le promeneur écoutant : essai d'acoulogie*. Paris : Éditions Plume, 195p.
- . 1994. *Musiques, médias et technologies*. Paris : Flammarion, coll. « Dominos », 128p.

- CHOWNING, J. M. 1971. "The simulation of moving sound sources". *Journal of the Audio Engineering Society*, vol. 19, p.2-6.
- CIATTONI, Jean-Pascal. 1997. *Le bruit*. Toulouse : Éditions Privat, coll. « Les Classiques Santé », 159p.
- COLLISON, D. 1982. *Stage Sound*. London : Cassell, 187p.
- CONDÉ, Gérard. 1982. *Larousse de la musique* sous la direction de Marc Vignal. Paris : Librairie Larousse, tomes 1 et 2, 1 803p.
- COPELAND, Peter. 1991. *Sound Recording*. London : The British Library Board, 80p.
- CROWDER, Robert G. 1994. « La mémoire auditive » in *Penser les sons : Psychologie cognitive de l'audition*. Paris : Presses Universitaires de France, coll. « Psychologie et sciences de la santé », p.124-156.
- CROWLEY, D., HEYER, P. 1991. *Communication in History : Technology, Culture, Society*. New York : Longman Publishing Group, 290p.
- CULVER, Max Keith. 1981. *A history of Theatre Sound Effects Devices to 1927*. Illinois : University of Illinois at Urbana-Champaign, Thèse de doctorat, 242p.
- CUSACK, Rhodri et Robert P. CARLYON. 2004. "Auditory Perceptual Organization Inside and Outside The Laboratory", in *Ecological Psychoacoustics*. John G. Neuhoﬀ. San Diego : Elsevier Academic Press, p.15-48.
- DAMASIO, A. R. 2001 (1994). *L'erreur de Descartes : La raison des émotions*. Traduit de l'anglais par Marcel Blanc. Paris : Éditions Odile Jacob pour la traduction française. L'édition originale a été publiée sous le titre : *Descartes' Error Emotion, Reason, and the Human Brain*. A. Grosset/Putnam Books.
- DANSEREAU, Pierre. 1994. « Fonctions écologiques du son, du rythme et de la musique ». Colloque sur l'Écologie sonore intitulé : *De l'expressivité du silence à la pollution par la musique*. Québec, Université Laval.
- DAVIS, G. et R. JONES. 1989. *The Sound Reinforcement Handbook*. Milwaukee : Hal Leonard Publishing Corporation, 412p.
- DELAGE, Bernard. 1994. « Mise en scène de la ville », in *Espace*, coll. « Les cahiers de l'IRCAM », n°5, Paris : Éditions Ircam - Centre Georges-Pompidou, p.167-178.
- DELÉTRÉ, Jean-Jacques. 1995. « Masque » in *À l'écoute de l'environnement : répertoire des effets sonores*. AUGOYARD, Jean-François et Henry TORQUE. Marseille : Éditions Parenthèses, p.78.
- DENIZEAU, Gérard. 1998. *Le visuel et le sonore : Peinture et musique au XX^e siècle, pour une approche épistémologique*. Paris : Honoré Champion Éditeur, coll. « Mu-

sique – Musicologie » dirigée par Danièle Pistone, 203p.

DHOMONT, Francis. 1990. « Le postmodernisme en musique : aventure néo-baroque ou nouvelle aventure de la modernité ? » in *Circuit, revue nord-américaine de musique du XXe siècle. Postmodernisme*, J.-J. Nattiez (éd.), vol. 1, n°1, p.27-49.

———. 1988. « Parlez-moi d'espace », in *L'espace du son 1. LIEN : revue d'esthétique musicale* sous la direction de Anette Vande Gorne. Ohain. Belgique : Éditions Musiques et Recherches, p.37-39.

DINARD, L. 1995. *Traité de composition bimodale : essai transdisciplinaire*. Montréal : Université de Montréal, Thèse de doctorat, 415p.

DUFRENNE, Mikel. 1987. *L'œil et l'oreille*. Montréal : Hexagone, coll. « Essai », 200p.

DURAND, Daniel. 1996 (1979). *Systémique*. Paris : Presses Universitaires de France, coll. « Que sais-je ? », 126p.

ECK, Hélène. 1985. *La guerre des ondes : histoire des radios de langue française pendant la deuxième Guerre Mondiale* sous la direction de Hélène Eck. Paris : Payot Lausanne et Armand Colin, 379p.

ÉPOQUE, Martine. 1995. *Arts et technologies : nouvelles approches de la création artistique* sous la direction de Martine Époque. Montréal : Éditions du Méridien, 208p.

ÉVANGELISTA, J., R. GERVAIS, G. GUERTIN, J.-J. NATTIEZ, J. REA, R. ROBIN, F. RZWESKI, 1990. Interventions à la table ronde « Qu'est-ce que le postmodernisme musical ? » in *Circuit, revue nord-américaine de musique du XXe siècle. Postmodernisme*, J.-J. Nattiez (éd.), vol. 1, n°1, p.9-27.

FANO, M. sous la direction de D. Chateau et al. 1981. « Le son et le sens » in *Cinéma de la modernité : films théories*. Paris : Klincksieck, p.105-122.

FIELL, Charlotte et Peter. 2001. *Design du XXe siècle*. Paris : TASCHEN, 192p.

FINK, H. 1991. « Noxon et Eisenstein : le langage et la structure filmiques du théâtre radiophonique » in *L'Annuaire théâtral*, n°9 (printemps), p.89-113.

FLETCHER, Harvey and Wilden A. Munson. 1933. "Loudness, its definition, measurement and calculation", *J. Acoust. Soc. Am.*, 5, p.82-108.

FODOR, Jerry. 2001. "The mind doesn't work that way : the scope and limits of computational psychology". Cambridge : MIT Press, First paperback edition. 126p.

FORTIER, Denis. 1992. *Les mondes sonores*. Paris : Presses Pocket, 127p.

- FREZZA, C.-A. 1982. "Music as an Integral Design Element of Theatrical Production". Michigan : University of Michigan, Thèse de doctorat, 246p.
- GARDNER, Howard. 1993 (1985). *Histoire de la révolution cognitive : La nouvelle science de l'esprit*. Traduit de l'américain par Jean-Louis Peytavin. Paris : Éditions Payot pour la traduction française, 487p. L'édition originale a été publiée sous le titre : *The Mind's New Science : a History of the Cognitive Revolution*. New York : Basic Books Inc. Publishers.
- GARIÉPY, Louise. 1991. *Éléments d'acoustique 1*. Montréal : Université de Montréal, notes de cours, publication interne, 150p.
- GARIÉPY, L. et R. NORMANDEAU. 1992. *Éléments d'acoustique 2*. Montréal : Université de Montréal, notes de cours, publication interne, 150p.
- GENEVOIS, H. et Y. ORLAREY. 1998. *Le son et l'espace*. Lyon : ALEAS, coll. « Musique et Sciences », 194p.
- GIBSON, James J. 1986. "The Ecological Approach to Visual Perception". Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates, 336p.
- GINET, M. et J. Py. 2001. "A Technique for Enhancing Memory in Eye Witness Testimonies for Use by Police Officers and Judicial Officials : the Cognitive Interview". *Le travail humain* 2001/2, vol. 64.
- GLASGAL, Ralph. 2003. "Surround ambiophonic recording and reproduction". AES 24th International Conference on Multichannel Audio. June 2003, Banff, Canada.
- GOLDBERG, Roselee. 2001. *La performance du futurisme à nos jours*. Paris : Éditions Thames & Hudson. Traduit de l'américain par Christian-Martin Diebold, l'édition originale a paru sous le titre *Performance Art from Futurism to the Present*. London : Thames & Hudson, 1988 et 2001, 232p.
- GOODMAN, Nelson. 1992 (1978). *Manières de faire des mondes*. Nîmes : Éditions Jacqueline Chambon, traduit de l'anglais (U.S) par Marie-Dominique Popelard, 194p.
- . 1996 (1984). *L'art en théorie et en action*. Paris : Éditions de l'Éclat, coll. « tiré à part », traduit de l'anglais (U.S) et suivi de *L'Effet Goodman* par Jean-Pierre Cometti et Roger Pouivet, 155p.
- GONNEVILLE, Michel. 1990. « Humeurs postmoderne » in *Circuit, revue nord-américaine de musique du XXe siècle. Postmodernisme*, J.-J. Nattiez (éd.), vol. 1, n°1, p.49-63.
- GROSSBERG, S., GOVINDARAJAN, K. K., WYSE, L. L. et COHEN, M. A. 2004. "ARTSTREAM : a neural network model of auditory scene analysis and source segregation". Technical Report CAS/CSN TR-2003-017, Boston University. *Neural*

Networks, 17, 511-536.

- GRYZIK, A. 1984. *Le rôle du son dans le récit cinématographique*. Paris : Lettres modernes Minard, 123p.
- GUASTAVINO, C., Brian F. G. KATZ, J.-D. POLACK, D. J. LEVITIN, D. DUBOIS. 2005. "Ecological Validity of Soundscape Reproduction". *Acta Acustica united with Acustica*, Vol. 91, p.333-341.
- GUILLEMIN, A.-V. 1878. *Le son : notions d'acoustique physique et musicale*. Paris : Hachette, 268p.
- GUTTON, Jean-Pierre. 2000. *Bruits et sons dans notre histoire : Essai sur la reconstitution du paysage sonore*. Paris : Presses Universitaires de France, coll. « Le noeud gordien », 181p.
- GYGI, Brian. 2001. "Factors in the Identification of Environmental Sounds". Indiana : Indiana University, Thesis, Department of Psychology, 177p.
- HALL, E.-T. 1959. *Le langage silencieux*. New York : Edward T. Hall, 237p.
- HEDFORS, Per and Per G. BERG. 2002. "Site Interpretation by Skilled Listeners : Methods for Communicating Soundscapes" in *Soundscapes Studies and Methods*. Turku : University of Turku, 204p.
- HELPER, S. Karen et Richard L. FREYMAN. 2005. "The Role of Visual Speech Cues in Reducing Energetic and Informational Masking". *J. Acoust. Soc. Am.* 117(2) p.842-849.
- HERAULT, Jeanny. 2001. « De la rétine biologique aux circuits neuromorphiques » in *Les systèmes de vision* sous la direction de Jean-Michel Jolion. Paris : HERMES Science Europe, 367p.
- HONING, Henkjan. 2004. "Is timing tempo-specific? An online internet experiment on perceptual invariance of timing in music". *ILLC Prepublication* PP-2004-34. <http://cf.hum.uva.nl/mmm/abstracts/honing-2004h.html>
- HUGONNET, Christian et Pierre WALDER. 1998 (1995). *Théorie et pratique de la prise de son stéréophonique*. Paris : Éditions Eyrolles, 251p.
- JÄRVILUOMA, Helmi et Gregg Wagstaff. 2002. *Soundscapes Studies and Methods*. Turku : University of Turku, 204p.
- JOLION, Jean-Michel. 2001. *Les systèmes de vision* sous la direction de J.-M. Jolion. Paris : HERMES Science Europe, 367p.
- JONQUET, Alain. 1979. *Holophonie et perception acoustique tridimensionnelle*. Aix-Marseille : Université de Provence, Thèse de doctorat, 173p.

- JOST, F. 1985. « L'oreille interne. Propositions pour une analyse du point de vue sonore » in *Iris et les auteurs*. Paris : Éditions Clancier - Guénaud, p.21-31.
- JULLIEN, Jean-Pascal et Olivier WARUSFEL. 1994. « Technologies et perception auditive de l'espace » in *Espaces*. 1994. (Les cahiers de l'Ircam : recherche et musique), rédacteur en chef Peter Szendy. Paris : Éditions IRCAM, p.65-94.
- KELLARIS, James J. 2001. "Identifying Properties of Tunes That Get Stuck in Your Head : Toward a Theory of Cognitive Itch" in Susan E. Heckler and Stewart Shapiro, ed.s, *Proceedings of the Society for Consumer Psychology* Winter 2001 Conference, Scottsdale, AZ, American Psychological Society.
- . 2003. "Dissecting Earworms : Further Evidence on The Song-Stuck-in-Your-Head Phenomenon" in Christine Page and Steve Posavac, ed.s, *Proceedings of the Society for Consumer Psychology*, Winter 2003 Conference, New Orleans, LA, American Psychological Society, p.220-222.
- KIRCHER, Athanasius. 1994 (1673). « Nouveau traité de l'énergie phonique », traduit du latin et annoté par Guy Lobrichon (Paris, Collège de France), in *Espace*, coll. « Les cahiers de l'IRCAM », n°5. Paris : Éditions IRCAM - Centre Georges-Pompidou, p.15-28.
- KREMER, Jean-François. 1984. *Les formes symboliques de la musique*. Paris : Klincksieck, 134p.
- KUNZMANN, P., F.-P. BURKARD et F. WIEDMANN. 1993. *Atlas de la philosophie*. Paris : Livre de poche, coll. « La pochothèque. Encyclopédie d'aujourd'hui » (Titre original « dtv-Atlas zur Philosophie », 1991 pour la première édition, Munich : Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG), 277p.
- LABELLE, Brandon and Steve RODEN. 1999. *Site of Sound : of Architecture and the Ear*. Los Angeles : Errant Bodies Press in association with Smart Art Press, New York, 178p.
- LARDEAU, Y. 1982. « Les voix artificielles du cinéma » in *Revue du théâtre de Gennevilliers*, n°44 (mars-avril), p.68-70.
- LAROCHELLE, Réal. 2002. *Écouter le cinéma*. Montréal : Éditions Les 400 coups, p.293.
- LAURENDEAU, Jean. 1990. *Maurice Martenot, luthier de l'électronique*. Montréal : Louise Courteau, éd. inc., 312p.
- LAWLOR, Robert. 1982. *Sacred Geometry : Philosophy and Practice*. London : Thames and Hudson Ltd, 111p.
- LEAKY, D. M. 1959. "Some measurements of the effects of interchannel intensity and time differences in two channel sound systems". *J. Acoust. Soc. Am.* 31, p.977-986.

- LENNE, Gérard. 1985. Le cinéma « fantastique » et ses mythologies. Paris : Editions Henri Veyrier, 203p.
- LEWIN, K. 1943. "Defining the 'field at a given time'. *The Psychological Review*, 40, 292-310.
- L'espace du son 1*. 1988. in LIEN : revue d'esthétique musicale sous la direction de Anette Vande Gorne. Ohain, Belgique : Éditions Musiques et Recherches, 99p.
- L'espace du son 2*. 1991. in LIEN : revue d'esthétique musicale sous la direction de Anette Vande Gorne. Ohain, Belgique : Éditions Musiques et Recherches, 152p.
- LEVER, Yves. 1988. *Histoire générale du cinéma au Québec*. Montréal : Les Éditions du Boréal, 551p.
- LOPEZ, Francisco. 1998. « Schizophonia vs. l'objet sonore : le paysage sonore et la liberté artistique » in *eContact!* 1.4, 23 ii 1998, p.1-7.
- LOUET, Pierre. 1991. « Espace de la musique et musique de l'espace » in *LIEN* : L'espace du son II, revue d'esthétique musicale sous la direction de Anette Vande Gorne. Ohain, Belgique : Éditions Musiques et Recherches, 152p.
- MÂCHE, F.-B. 1983. *Musique, mythe, nature ou Les dauphins d'Arion*. Paris : Klincksieck, coll. d'« esthétique » (sous la dir. de Mikel Dufrenne), 136p.
- MACHLIS, Joseph. 1984 (1955). *The Enjoyment of Music : An Introduction to Perceptive Listening*. New York : W.W. Norton & Company Inc., 646p.
- MAUR, Karin v. 1999. *The Sound of Painting : Music in Modern Art*. New York : Prestel Verlag, 127p.
- McADAMS Stephen et Emmanuel BIGAND. 1994. *Penser les sons : Psychologie cognitive de l'audition*. Paris : Presses Universitaires de France, coll. « Psychologie et sciences de la santé », 402p.
- McADAMS, Stephen. 1997. « L'organisation perceptive de l'environnement sonore ». Serveur © IRCAM - CENTRE POMPIDOU 1996-2003.
- MCCARTNEY, Andra. 1998. "Where the water meets" in *eContact!* 1.1, 4 ii 1998, p.1.
- . 2002. "Tell me about your soundwalk" in *eContact!* 4.3. Montreal : Canadian Electroacoustic Community.
- . 2003. « Écho du changement urbain à travers le canal Lachine ». Article du projet multimédia *Journées sonores : Canal Lachine*, Musée de Lachine, 7p.
- MERLEAU-PONTY, M. 1987 (1945). *Phénoménologie de la perception*. Paris : Tel/Gallimard, 531p.

- . 1996 (1945). *Le primat de la perception et ses conséquences philosophiques*. Paris : Éditions Verdier, 107p.
- MERSHON, D.H. et L.E. King. 1975. "Intensity and reverberation as factors in the auditory perception of egocentric distance". *Percept Psychophys* 18, p.409-415.
- MERTENS, H. 1965. « L'écoute directionnelle en stéréophonie : étude théorique et vérifications expérimentales » in *Revue de l'HUER*, cahier A, vol. 92, n°92 (août), p.146-158.
- MIQUEL, Robert. 2002. *Du silence à la parole : l'univers des formes sonores*. Paris : Éditions DésIris, 239p.
- MIGNERON, J.-G. 1994. « La sonorisation des espaces publics, choix et disposition des haut-parleurs en plafond et intelligibilité ». *Acoustique canadienne*, vol. 22, n°3 (septembre), p.49-50.
- MOURANT, Ronald R. and David REFSLAND. 2003. "Developing a 3D Sound Environment for a Driving Simulator". *Virtual Environments Laboratory*, Northeastern University, Boston, p.1-10.
- NAGLER, A.-M. 1952. *A Source Book in Theatrical History*. New York : Dover publications Inc., p.01-110.
- NANCY, Jean-Luc. 2000. « Être à l'écoute » in *L'Écoute*. Textes réunis par Peter Szendy dans Les cahiers de l'IRCAM : recherche et musique. Paris : Éditions IRCAM, 315p.
- NEUHOFF, John G. 2004. *Ecological Psychoacoustics*. San Diego : Elsevier Academic Press, 350p.
- NICOLAS, François. 2000. « Musique, mathématiques et philosophie : Que vient faire ici la philosophie ? ». Texte du séminaire *Entretemps*, IRCAM, p.1-16.
- . 2001. « Comment la musique peut-elle penser avec la psychanalyse ? ». Texte du séminaire *Entretemps : Musique/Psychanalyse* IRCAM, p.1-13.
- NORMANDEAU, Robert. 1992. *Un cinéma pour l'oreille*. Montréal : Université de Montréal, Thèse de doctorat, 81p.
- . 1993. « [...]et vers un cinéma pour l'oreille » in *Circuit, revue nord-américaine de musique du XXe siècle. Électroacoustique-Québec : l'essor*, F. Dhomont (éd.), vol. 4, n°1-2, p.113-125.
- Ouïr, entendre, écouter, comprendre après Schaeffer*. 1999. Paris : Ina-Buchet/Chastel, Pierre Zech éditeur, 280p.
- PAGÉ, P. 1991. « Éléments d'une esthétique sonore de la dramatique radio : à la recherche d'un métalangage » in *L'Annuaire théâtral*, n°9 (printemps), p.9-22.

- PALOMBINI, Carlos. 2001. "Rainforest Soundwalk". in *eContact!* 4.3. Montreal : Canadian Electroacoustic Community.
- PAVIS, Patrice. 1987. *Dictionnaire du théâtre*. Paris : Messidor/Éditions Sociales, 477p.
- PEIFFER, Jeanne. 1994. « Espace et géométrie à la Renaissance » in *Espace*, coll. Les cahiers de l'IRCAM n°5, Paris : Éditions Ircam - Centre Georges-Pompidou, p.197-207.
- PENNESCO, Anne et Mihnea PENNESCO. 1982. « Harmonique » in *Larousse de la musique* Paris : Éditions Larousse, tomes 1-2, 1 803p.
- PENNYCOOK, Bruce. 1993. « La musique électroacoustique en concert : vieux problèmes, nouvelles solutions » in *Circuit, revue nord-américaine de musique du XXe siècle. Électroacoustique-Québec : l'essor*, F. Dhomont (éd.), vol. 4, n°1-2, p.93-111.
- PERREAULT, Jean-Guy. 1980. *Le monde sonore et l'enfant : une approche contemporaine de formation auditive à l'école*. Chambly : Les Éditions Albani, 51p.
- PERRIAULT, Jacques. 1981. *Mémoires de l'ombre et du son : une archéologie de l'audio-visuel*. Paris : Flammarion, 282p.
- PICHÉ, Claire. 1997. *Exploration et adaptation de l'acousmètre dans la représentation théâtrale*. Montréal : Université du Québec à Montréal, Mémoire de maîtrise, 60p.
- PICHÉ, Jean 1993. « Vers une mécanique de l'imaginaire... réflexions étoilées sur la composition algorithmique » in *Circuit, revue nord-américaine de musique du XXe siècle. Électroacoustique-Québec : l'essor*, F. Dhomont (éd.), vol. 4, n°1-2, p.103-113.
- PICHOT, André. 1992. « Intelligence artificielle et connaissance naturelle : le sujet et le corps » in *Le cerveau et l'esprit*. Paris : Éditions du CNRS. Recueil d'études de André Bourguignon édité sous la direction de Hervé Barreau, p.127-144.
- PIGEON, Claude D. 1999. « L'insonorisation » in *Québec Audio : le magazine de la haute fidélité*. Montréal : Éditeur Franco Moggia, vol. 6 n°5, p.72-76.
- . 1999. « Le contrôle de l'acoustique » in *Québec Audio : le magazine de la haute fidélité*. Montréal : Éditeur Franco Moggia, vol. 6 n°3, p.44-46.
- POISSANT, Louise (dir.). 1995. *Esthétique des arts médiatiques* sous la direction de Louise Poissant. Montréal : Presses de l'Université du Québec tome 1, coll. « Esthétique », 431p.
- (dir.). 1997. *Dictionnaire des arts médiatiques*. Montréal : Presses de l'Université du Québec, coll. « Esthétique », 431p.

- POISSON, Céline. 1997. *Sémiotique et design : la contribution de Charles William Morris*. Montréal : Université du Québec à Montréal, Thèse de doctorat, 368p.
- PRENDERGAST, R.-M. 1977. *FILM MUSIC a Neglected Art : Critical Study of Music in Films*. New York : W.W. Norton & Company Inc., 268p.
- REDOLFI, Michel. 1991. « Écouter sous l'eau : les musiques subaquatiques » in *L'Espace du son II - LIEN* : revue d'esthétique musicale sous la direction de Anette Vande Gorne. Ohain, Belgique : Éditions Musiques et Recherches, p.39-42.
- REMISE, J., P. REMISE et R. VAN DE WALLE. 1979. *Magie lumineuse : du théâtre d'ombres à la lanterne magique*. Tours : Balland, 313p.
- REY, Alain. 1998 (1992). *Dictionnaire historique de la langue française Le Robert* sous la direction de Alain Rey. Paris : Dictionnaires LE ROBERT tomes 1-2-3, 4 300p.
- ROFFLER, S.K. et R.A. BUTLER. 1968. "Factors that influence the localization of sound in the vertical plane". *J. Acoust. Soc. Am.* 43, p.1255-1259.
- RUSH, Michael. 2000. *Les Nouveaux Médias dans l'art*. Paris : Thames & Hudson, 224p.
- RUSSOLO, Luigi. 1954. *L'art des bruits : manifeste futuriste 1913*. Paris : Richard-Masse, 47p.
- SABBATTINI, Nicola. 1994 (1942). *Pratique pour fabriquer scènes et machines de théâtre*. Neuchâtel : Éditions Ides & Calendes, traduction de Milles Maria et Renée Canavaggia et Louis Jouvét, introduction de Louis Jouvét, 171p.
- SAKAMOTO, N., GOTOH, T., SHIMBO, M., CLEGG, A. 1981. "Controlling Sound-Image Localization in Stereophonic Reproduction". *Journal of the Audio Engineering Society*, vol. 29, p.794-799.
- SANSOT, Pierre. 1984. *Poétique de la ville*. Paris : Klincksieck, coll. « esthétique », 422p.
- SCHAEFFER, Pierre. 1952. *À la recherche d'une musique concrète*. Paris : Éditions du Seuil,
- . 1966. *Traité des objets musicaux : essai interdisciplines*. Paris : Éditions du Seuil, 701p.
- SCHAFER, R. Murray. 1965. *The Composer in the Classroom*. Toronto : Clarck & Cruickshank, 37p.
- . 1967. *L'oreille pense*. Traduit de l'anglais par Colette Chevalier. Toronto : Clarck & Cruickshank, 47p.
- . 1979. *Le paysage sonore*. Traduit de l'anglais par Sylvette Gleize, Paris : J.-C. Lattès pour la traduction française. L'Édition originale a été publiée sous le

- titre : *The Tuning of the World*, New York ; A. Knopf Inc. 1977, 388p.
- SCHMUCKLER, Mark A. 2001. "What Is Ecological Validity ? A Dimensional Analysis". Scarborough, University of Toronto : Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- SCHRADER, Barry. 1982. *Introduction to Electro-Acoustic Music*. New Jersey : Prentice Hall, 223p.
- SILLAMY, Norbert. 1999 (1991). *Dictionnaire de psychologie* sous la direction de Norbert Sillamy. Paris : Édition France Loisirs, 279p.
- STEVENS, S.S. et Fred WARSHOFISKY. 1971 (1966). *Le son et l'audition*. Traduit de l'américain par Jean Caudmont et revu par Jean Pujolle, de l'O.R.T.F. coll. « TIME-LIFE », 200p.
- SZENDY, Peter (rédacteur en chef). 1994. *Espaces*. (Les cahiers de l'IRCAM : recherche et musique). Paris : Éditions IRCAM, 222p.
- . 2000. *L'Écoute*. (Les cahiers de l'IRCAM : recherche et musique). Paris : Éditions IRCAM, 315p.
- THEILE, G. et G. PLENGE. 1977. "Localization of lateral phantom sources". *Journal of the Audio Engineering Society*, vol. 25, p.196-200.
- TINOCO, Carlos. 1997. *La sensation*. Paris : Flammarion, coll. « Garnier Flammarion », 255p.
- TOMATIS, Alfred. 1990 (1977). *L'oreille et la vie*. Paris : Éditions Robert Laffont, 440p.
- . 1991 (1978). *L'oreille et le langage*. Paris : Éditions du Seuil, 186p.
- TRUAX, Barry. 1978. *Handbook For Acoustic Ecology*. Vancouver : A.R.C. The Aesthetic Research Center, document #5 in The Music of the Environment Series, R. Murray Schafer, Series Editor. 171p.
- . 1997. "Listening and the electroacoustic community". *Ganzohr Symposium Text*, Hessische Rundfunk, Kassel, Germany. p.1-7.
- . 1998. "Models and strategies for acoustic design". *Acoustic Ecology Conference Presentation*, Stockholm, p.1-13.
- . 2001 (1984). *Acoustic communication*. Westport : Ablex Publishing, Norwood, 284p. (1st Edition) New Jersey : Ablex, coll. "Communication and information science", 222p.
- VALÉRY, Paul. 1957. *Introduction à la méthode de Léonard de Vinci*. Paris : Éditions Gallimard, coll. « Folio/Essais », 167p.

- VANDERVEER, Nancy Jean. 1979. *Ecological acoustics : human perception of environmental sounds*. Ann Arbor : Cornell University, Thesis, 240p.
- VAILLANCOURT, V., C. LAROCHE et C. LAVOIE. 2003. « Exposition au bruit environnemental en milieu de garde ». *Journal of the Canadian Acoustical Association*, vol. 31, n°2, p.13-21.
- VANDE GORNE, Anette. 1995. « Une histoire de la musique électroacoustique » in *Esthétique des arts médiatiques* sous la direction de Louise Poissant. Montréal : Presses de l'Université du Québec, p.291-317.
- VARELA, Francisco. 1998. *Dormir, rêver, mourir : explorer la conscience avec le Dalai-Lama* sous la direction de Francisco J. Varela. Traduit de l'anglais par Claude B. Levenson ; titre original : *Sleeping, dreaming and dying : an exploration of consciousness with the Dalai Lama*. Paris : Nil, 326p.
- VASSE, D. 1974. *L'ombilic et la voix : deux enfants en analyse*. Paris : Éditions du Seuil, 218p.
- VERNET, M. 1985. « Figures de l'absence 2 : à voix off » in *Iris et les auteurs*. Paris : Éditions Clancier - Guénaud, p.47-55.
- Vers un art acousmatique*. 1990. Lyon : Groupe de Musiques Vivantes de Lyon, 104p.
- VIGNAL, Marc. 1982. *Larousse de la musique* sous la direction de Marc Vignal. Paris : Librairie Larousse, tomes 1 et 2, 1 803p.
- VINCI, Leonard de. 1942. *Les carnets de Léonard de Vinci*. Paris : Éditions Gallimard, tome 1, 276-287.
- Vous avez dit Acousmatique* sous la direction de Anette Vande Gorne. 1991. Ohain, Belgique : Éditions Musiques et Recherches, 49p.
- WAASER, C.-M. 1976. *The Theatre Student : Sound and Music for the Theatre*. New York : R. Rosen Press, 128p.
- WALNE, G. 1990. *Sound for the Theatre*. London : A. & C. Black, 152p.
- WAGSTAFF, Gregg. 2002. "Towards a Social Ecological Soundscape" in *Soundscape Studies and Methods*. Turku : University of Turku, 204p.
- WASSENHOVE, V. van., GRANT, K. W., and D. POEPELI. 2005. "Visual speech speeds up the neural processing of auditory speech" in *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 102, no.4, p.1181-1186.
- WATERMAN, Ellen. 2002. *Sonic Geography Imagined and Remembered*. Manotick : Penumbra Press, 144p.

- WESTERKAMP, Hildegard. 2001 (1974). "Soundwalking" in *Sound Heritage*, vol. 3, no.4. Victoria, B.C.
- WHITE, Paul. 1999. *Creative Recording : effects & processors I*. London : Sanctuary Publishing Limited, 285p.
- . 1999. *Creative Recording : microphones, acoustics, soundproofing & monitoring II*. London : Sanctuary Publishing Limited, 231p.
- WILSON, Tim et Derrick de KERCKHOVE. 2002. "Recovering Narcissus : Sound and Touch in the Digital World". *The Journal of Acoustic Ecology*, vol. 3, p.15-17.
- YOUNG, Gayle. 1990. "Electroacoustic Music : Anthology of Canadian Music". Notes de programme. Radio Canada International.

RÉFÉRENCES WEB

Site Web de Claire Piché : <http://www.ambiophonie.ca>

Site Web de Maxime Piché <http://www.organigramme.net/>

Pour la préparation de cette thèse, j'ai reçu des bourses du Centre interuniversitaire des arts médiatiques (CIAM) et de l'Institut de recherche / création en arts et technologies médiatiques (Hexagram). Je souhaite remercier ces organismes pour leur soutien financier. <http://www.ciam-arts.org/> et <http://www.hexagram.org/spip/index.html>

L'émergentisme Structural, 2004 - selon Yohan Castel : <http://psychobiologie.ouvaton.org/>

http://fr.encarta.msn.com/encyclopedia_761563171/oreille.html Encyclopédie Microsoft Encarta 2004 pour l'« *Oreille* »,

En date du 26 avril 2004, le tarif de location d'une chambre anéchoïque pour une journée s'élève à 800 euro (1300 dollars canadiens) et à 1500 euro (2400 dollars canadiens) avec technicien : <http://www.phyhp.com/Produits/Mesures.html>

La tête artificielle de AKG : <http://claud.gendre.9online.fr/avis.htm>

The completion and testing of the first full-scale version of the "ambiophonics Home Concert Hall" has demonstrated that the Ambiphonic sound reproducing technique is a worthy successor to both stereophonic or surround-sound listening configurations, for staged music, in that it can consistently generate a *You Are There* concert, opera or pop sound field even preferably from standard LPs, DVDs or CDs that the ear-brain system will accept as real : <http://www.ambiophonics.org/Figure4.htm>

On aura une bonne idée du type d'expérimentations menées par le Dr.Bregman en consultant le "Compact disk of demonstrations of auditory scene analysis" : <http://www.psych.mcgill.ca/labs/auditory/bregmancd.html>

Dans sa thèse intitulée "Factors in the Identification of Environmental Sounds" : <http://www.indiana.edu/~k300bg/dissall.pdf> Gygi affirme que Bregman's work is not specific to environmental sounds, but rather to all sounds that a listener might encounter.

Démonstration numéro 29 d'Albert S. Bregman : <http://www.psych.mcgill.ca/labs/auditory/Demo29.html>

Conférence donnée en 2003 par Daniel J. Levitin <http://ego.psych.mcgill.ca/levitin.html/> intitulée "Cognitive Neuroscience Approaches to Understanding Musical

Syntax and Musical Meaning”.

Articles tirés du “Journal of the Acoustical Society of America” :
<http://scitation.aip.org/jasa/>

“Developing a 3D Sound Environment for a Driving Simulator” :
<http://www1.coe.neu.edu/~mourant/pubs/VSMM2003.pdf>

La voix de Guillaume Apollinaire récitant son poème *Le Pont Mirabeau* :
<http://gallica.bnf.fr/ArchivesParole/>

Audio-clips disponibles sur le Web : <http://www.findsounds.com>

Manifeste futuriste sur l’*Art des bruits* de Luigi Russolo :
<http://luigi.russolo.free.fr/bruits.html>

Communauté électroacoustique canadienne : <http://cec.concordia.ca/>

Sonus est une sonothèque en ligne créée et gérée par la CÉC, accessible sur le Web depuis 2003. <http://www.sonus.ca/>

Using these techniques and sound effects recordings of trains, Schaeffer composed the *Étude aux chemins de fer* the first piece of musique concrète, in April 1948.
<http://www.medienkunstnetz.de/works/etude-aux-chemins-de-fer/audio/1/>

Le canadien Hugh Le Caine compose “Dripsody”, une étude pour magnétophones à vitesse variable qui deviendra un classique de la musique concrète.
<http://www.hughlecaine.com/fr/compositions.html>

Expériences primitives de la cloche coupée et du sillon fermé : <http://sonhors.free.fr/panorama/sonhors7.htm> qui ont conduit les chercheurs réunis autour de Pierre Schaeffer à pratiquer l’écoute réduite et à en dégager la notion.

Une situation d’écoute est naturelle lorsqu’un auditeur entend par voie naturelle et la situation d’écoute est non naturelle lorsqu’un auditeur entend par l’intermédiaire d’un implant cochléaire dispositif médical électroniqueinformatique chargé de provoquer des impulsions nerveuses dans la cochlée.
<http://perso.wanadoo.fr/implant.cochleaire/implant/>, site du Centre d’Information sur la Surdité et l’Implant Cochléaire.

Page d’accueil du site de l’association *Musiques et Recherche*, Belgique, 2005 : <http://www.musiques-recherches.org/acousmatic.php?lng=fr>

Les sons acousmatiques sont directement reliés à l’esthétique de l’art acousmatique dont *Lieux inouï* de Robert Normandeau constitue un classique en devenir.
http://www.rien.qc.ca/bio.f/normandeau_ro.html

Entrevue avec le chroniqueur Tim Wilson du “The Journal of Acoustic Ecology” est disponible en ligne.

http://interact.uoregon.edu/MediaLit/wfae/journal/scape_5.pdf

Le paysage sonore publié dans le cadre du “World Soundscape Project” dirigé par R. Murray Schafer, le fondateur de la “Canadian Association for Sound Ecology”.

<http://www.sfu.ca/~truax/wsp.html>

<http://interact.uoregon.edu/MediaLit/CASE/Homepage>

Parmi ces exercices figurent les “SoundWalk”, des promenades guidées au cours desquels le public est invité à prendre conscience des sons de l’entourage. <http://www.soundwalk.org/>

La pièce intitulée “Gently Penetrating Beneath the Sounding Surfaces of Another Place” a été composée par Hildegard Westerkamp en 1997.

<http://www.emf.org/artists/mccartney00/studio.examples.html>

Le Centre d’*Étude du Spectre Naturel et Anthropologique*, le C.E.S.N.A :

http://f5rhs.free.fr/bioacoustique/la_bioacoustique.htm indique que l’archivage des patrimoines acoustiques naturels (paysages sonores sauvages) et anthropologiques (paysages sonores humains) doit garantir un minimum de qualité et surtout de *traçabilité* des prises de son pour être utilisable dans d’éventuelles recherches scientifiques.

L’effet McGurk :

http://www.media.uio.no/personer/arntm/McGurk_english.html

L’environnement sonore des casinos est sous le contrôle des fabricants du type d’appareils qu’on y trouve et le pouvoir des sons est exercé par les ritournelles des machines. Le domaine du marketing s’intéresse vivement à la chose et le Dr. James J. Kellaris : <http://business.uc.edu/James-Kellaris> a écrit deux articles sur le sujet dont les titres sont fort révélateurs “Identifying Properties of Tunes That Get Stuck in Your Head” et “Toward a Theory of Cognitive Itch”, 2001, puis “Dissecting Earworms : Further Evidence on The Song-stuck-in-your-head Phenomenon”, 2003.

Le jeu pathologique représente un important problème de santé publique. L’éclairant reportage du journaliste Alexander Norris intitulé *Les appareils de loterie vidéo – une taxe sur les pauvres* (2004), est fort éclairant à ce sujet et il a été présenté au 72^e Congrès de l’ACFAS : <http://www.jeu-compulsif.info/>

Les « burnout » sont fréquents chez les employés du Casino de Montréal : <http://www.csn.qc.ca/Serv/SanteSecurite/CVCUhtml/Zoo.html>

Interaction for the International Conference on Auditory Display, ICAD 2005 : <http://www.idc.ul.ie/icad2005>

Gayle Young, éditrice de la revue Musicworks. <http://www.musickworks.ca/gayle-bio.asp>

Le Royal National Institute for Deaf People est un organisme du Royaume-Uni représentant 8,7 millions de malentendants. <http://www.rnid.org.uk>

Dr. Stuart Rosen <http://www.phon.ucl.ac.uk/home/stuart/home.htm>

The Effect of Hearing Loss. <http://www.ambiophonie.ca/doctorat/hearingloss/index.fr.html>

Dr. Henkjan Honing de l'Université d'Amsterdam. <http://cf.hum.uva.nl/mm/index.html?personal/honing.html>